Buku Teks Bahan Ajar Siswa

KURIKULUM 2013

Paket Keahlian: Budidaya Ikan

Dasar-dasar Budidaya Perairan







KELAS
X
SEMESTER 1

Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan
Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan
Republik Indonesia

HALAMAN FRANCIS

Budidaya perairan atau budidaya perikanan (akuakultur) didefinisikan sebagai upaya-upaya manusia untuk meningkatkan produktivitas perairan melalui kegiatan budidaya. Kegiatan budidaya itu adalah kegiatan pemeliharaan untuk memperbanyak (reproduksi), menumbuhkan (*growth*) serta meningkatkan mutu biota akuatik sehingga diperoleh keuntungan. Suatu perairan umum (laut, sungai, danau atau waduk) memiliki produktivitas (bobot biomassa biota persatuan volume air) alamiah tertentu dan dapat ditingkatkan puluhan hingga ribuan kali melalui kegiatan teknologi budidaya perairan (akuakultur). Ruang lingkup budidaya perairan (Akuakultur) dapat dibedakan berdasarkan kegiatan, spasial, zonasi darat dan laut dan posisi wadah budidaya perairan.

Fisiologi biota air membahas tentang kemampuan hewan untuk dapat hidup di suatu lingkungan dengan cara mengatur atau menghindari pemasukan air yang terlalu banyak ke dalam tubuh, menghindarkan diri dari keadaan yang membahayakan, seperti suhu yang sangat dingin atau sangat panas, salinitas yang tinggi atau rendah, hewan berpindah tempat untuk menemukan lingkungan yang sesuai agar dapat memperoleh makanan atau kawin, memperoleh informasi tentang keadaan lingkungannya dan lain-lain. Proses-proses yang terjadi di dalam tubuh biota ini (proses fisiologis) perlu diketahui karena dalam pembudidayaan biota perairan semua faktor yang akan berpengaruh terhadap biota harus diarahkan kepada proses – proses yang pada akhirnya dapat meningkatkan tingkat kesehatan, pertumbuhan dan efisiensi pakan.

KATA PENGANTAR

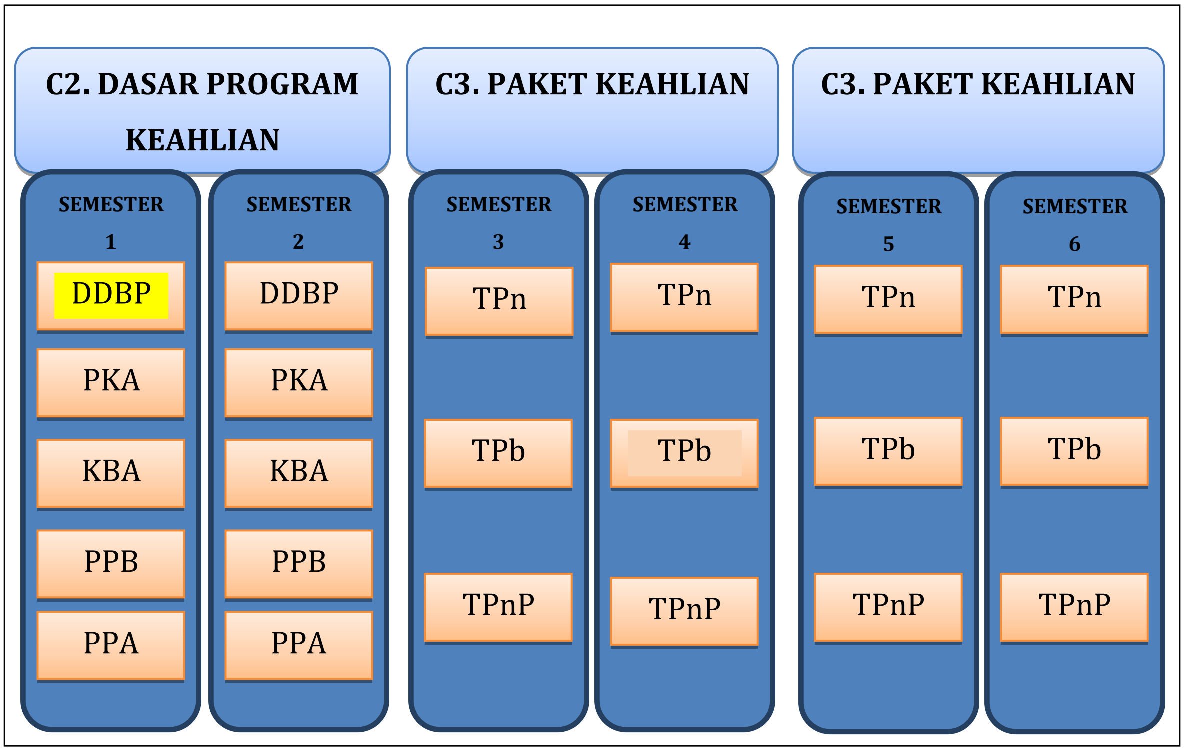
DAFTAR ISI

DAFTAR GAMBAR

DAFTAR TABEL

PETA KEDUDUKAN BAHAN AJAR

PROGRAM KEAHLIAN TEKNOLOGI BUDIDAYA PERAIRAN



: Buku teks yang sedang dipelajari

Keterangan :

DDBP : Dasar – dasar Budidaya Perairan

PKA : Pengelolaan Kualitas Air

KBA : Kesehatan Biota Air

PPB : Produksi Pakan Buatan

PPA : Produksi Pakan Alami

TPn : Teknik Pembenihan

TPb : Teknik Pembesaran

TPnP : Teknik Pemanenan dan Pasca Panen

Dasar program keahlian Teknologi Budidaya Perairan (C2) terdiri dari 5 (lima) mata pelajaran yaitu Dasar – dasar Budidaya Perairan, Pengelolaan Kualitas Air, Kesehatan Biota Air, Produksi Pakan Buatan, dan Produksi Pakan Alami. Peserta didik mendapatkan mata pelajaran tersebut di kelas X pada Semester 1 dan 2. Pada buku teks siswa ini, peserta didik akan mempelajari mata pelajaran Dasar – dasar Budidaya Perairan kelas X Semester 1. Kompetensi Dasar yang harus diakuasai meliputi menganalisis potensi budidaya perairan berdasarkan sumberdaya alam, ekonomi dan sosial dan menganalisis sistem fisiologis biota air (ikan, kekerangan, krustasea dan rumput laut).

Setelah peserta didik menyelesaikan mata pelajaran dasar bidang keahlian, akan melanjutkan ke Kelas XI dengan memilih peminatan sesuai dengan Paket Keahlian yang diminati. Pada kelas XI terdapat mata pelajaran kompetensi kejuruan sesuai dengan paket keahlian yang dapat dikembangkan di sekolah. Ada 4 (empat) paket keahlian (C3) yang dapat dibuka pada Program Keahlian Teknologi Budidaya Perairan yakni paket keahlian budidaya ikan, paket keahlian krustacea, paket keahlian kekerangan dan paket keahlian rumput laut.

GLOSARIUM

Ikan (*Finfis*)	:	Binatang bertulang belakang yang hidup di dalam air, bernafas dengan insang, bergerak dengan sirip, berkembang biak dengan bertelur, kulitnya bersisik dan berdarah dingin.
Udang (*Crustace*a)	:	Spesies akuakultur yang memiliki karapas (kulit yang mengandung kitin sehingga bisa mengeras), dan tubuh terbagi atas ruas-ruas yakni kepala, thorax dan abdomen.
Kerang (*Mollusca*)	:	Spesies akuakultur yang bertubuh simetri bilateral, tertutup mantel dan memiliki cangkang yang keras.
Rumput laut (alga/ seaweed)	:	Tumbuhan *tallophyt (*tumbuhan yang tidak memperlihatkan perbedaan antara akar, batang dan daun) dan keseluruhan ini merupakan batang yang dikenal dengan sebutan *thallus.*
Echinodermata	:	Spesies akuakultur yang memiliki kulit berduri (berfungsi untuk alat bergerak), dan bentuk tubuh simetri radial 5 penjuru.
Freshwater culture	:	Budidaya perairan di air tawar.
Brackishwater culture	:	Budidaya air payau.
M*ariculture*	:	Budidaya air laut.
Inland aquaqlture	:	Budidaya perairan yang dilakukan di darat dengan menggunakan sumber air tawar atau air payau. Sedangkan *marine aquaqlture* (*mariculture*) adalah kegiatan budidaya perairan yang dilakukan di laut.
Water-base aquaqlture	:	Budidaya perairan berbasiskan perairan dimana unit-unit budidaya ditempatkan di badan perairan (sungai,

		saluran irigasi, danau, waduk dan laut) sehingga merupakan suatu sistem yang terbuka (*open system*).
L*and-base aquaqulture*	:	Budidaya perairan berbasiskan daratan dimana unit-unit budidaya berlokasi di daratan dengan pengambilan sumber air dari perairan di dekatnya sehingga ada pembatasan antara unit budidaya dengan perairan minimal oleh pematang sehingga land-base aquaculture merupakan sistem tertutup (*closed system*).
Invertebrata atau Avertebrata	:	Hewan yang tidak memiliki tulang belakang.
Vertebrata	:	Hewan bertulang belakang.
Domestikasi	:	Pemindahan suatu organisme dari habitat lama ke habitat baru dalam hal ini manusia biasa memperoleh ikan, *algae*, *molluska, crustacea* dan lainnya dengan cara mengambil dari alam kemudian dipelihara dalam suatu lingkungan yang terbatas yaitu wadah budidaya.
Morfologi	:	Ilmu yang mempelajari bentuk luar suatu organisme yakni bentuk tubuh, warna tubuh, sirip, sisik, mulut kepala dll.
Anatomi	:	Ilmu yang mempelajari bagian dalam suatu organisme termasuk fungsi masing-masing organ tersebut yakni otak, rongga mulut, insang, jantung, hati, empedu, alat pencernaan makanan, limpa, kelenjar kelamin, gelembung renang, dan lain-lain.
Meristik	:	Ciri yang berkaitan dengan jumlah bagian tubuh tertentu atau pengamatan tentang jumlah dan jenis duri, jari-jari sirip pada setiap jenis sirip yang ada, jumlah sisik pada gurat sisi seperti jumlah jari-jari

		keras dan jumlah jari-jari lemah pada sirip punggung, dan sebagainya.
Morfometrik	:	Ciri yang berkaitan dengan pengamatan ukuran tubuh seperti panjang total, panjang kepala, dan sebagainya.
Pencernaan makanan	:	Proses penyederhanaan makanan melalui mekanisme fisik dan kimia sehingga menjadi yang mudah diserap dan disebarkan keseluruh tubuh melalui sistem peredaran darah.
Metabolisme	:	Jumlah total dari reaksi kimia yg diperlukan untuk merubah berbagai jenis bahan makanan sesuai dgn yg dibutuhkan oleh tubuh.
Katabolisme	:	Proses pemecahan/penguraian molekul yg kompleks menjadi molekul yg lebih sederhana melalui jalur katabolisme.
Anabolisme	:	Proses asimilasi/penyusunan/ pembentukan molekul yg lebih kompleks dari molekul yang sederhana melalui jalur anabolisme.
Pertumbuhan (level individu)	:	Proses perubahan ukuran (panjang, berat, atau volume) pada periode waktu tertentu.
Pertumbuhan (level populasi)	:	Proses perubahan jumlah individu atau biomas pada periode waktu tertentu.
Pengembangbiakan (Reproduksi)	:	Kemampuan individu untuk menghasilkan keturunan sebagai upaya untuk melestarikan jenisnya atau kelompoknya.
Hermaprodit	:	Hewan akuatik yang mempunyai baik jaringan ovarium maupun jaringan testis yang sering dijumpai dalam beberapa famili ikan.
Hermaprodit sinkron/simultaneous	:	Dalam gonad individu terdapat sel kelamin betina dan sel kelamin jantan yang dapat masak bersama-sama dan siap untuk dikeluarkan.

Hermaprodit protandrous	:	Hewan akuatik mempunyai gonad yang mengadakan proses diferensiasi dari fase jantan ke fase betina.
Hermaprodit protoginynous	:	Proses diferensiasi gonad hewan akuatik berjalan dari fase betina ke fase jantan.
Respirasi atau pernapasan	:	Pertukaran oksigen dan karbondioksida antara suatu organisme dengan lingkungannya. Didefnisikan juga Pernafasan adalah proses pengambilan oksigen dan pengeluaran CO_2 dari dalam tubuh organisme atau disebut juga proses pertukaran antara O_2 dari udara (air untuk ikan) dengan CO_2 dari dalam tubuh.
Cairan ekstraseluler	:	Semua cairan yang terdapat di luar sel.
cairan intraseluler	:	Cairan tubuh yang terdiri dari butir-butir darah merah mengandung ion Na dan Cl dan mengandung Hb, serta sedikit zat-zat organik.
Adaptasi	:	Suatu proses penyesuaian diri secara bertahap yang dilakukan suatu organisme terhadap kondisi baru.
Homeostasi	:	Keadaan stabil yang dipertahankan melalui proses aktif yang melawan perubahan.
Osmoregulasi.	:	Pengaturan tekanan osmotic cairan tubuh pada ikan.
Ekskresi	:	Pengeluaran bahan-bahan sisa buangan dari dalam jaringan tubuh keluar tubuh.
Hormon	:	Zat organik yang di produksi oleh sel-sel khusus dalam badan.
Taksonomi	:	Pengelompokan suatu hal berdasarkan hierarki (tingkatan) tertentu. Di mana taksonomi yang lebih tinggi bersifat lebih umum dan taksonomi yang lebih rendah bersifat lebih spesifik

I. PENDAHULUAN

A. Deskripsi

Pendekatan pembelajaran pada kurikulum ini harus berorientasi atau berpusat pada peserta didik (*student centered approach*), sehingga pengembangan Kompetensi Dasar pada SMK menjadi mata pelajaran wajib dan mengharuskan guru memiliki keleluasaan waktu untuk menghayati proses pembelajaran yang berorientasi pada siswa aktif belajar. Proses pembelajaran siswa aktif memerlukan waktu yang lebih panjang dari proses pembelajaran penyampaian informasi karena peserta didik perlu latihan untuk melakukan, mengamati, menanya, mengasosiasi, dan berkomunikasi. Proses pembelajaran yang dikembangkan guru menghendaki kesabaran dalam menunggu respon peserta didik karena mereka belum terbiasa. Selain itu bertambahnya jam belajar memungkinkan guru melakukan penilaian proses dan hasil belajar.

Kelompok mata pelajaran Dasar Bidang Keahlian terdiri dari mata pelajaran akademik/adaptif berupa Fisika, Kimia dan Biologi. Sedangkan yang dinamakan kelompok mata pelajaran Dasar Program Keahlian Budidaya Perairan terdiri dari mata pelajaran Dasar-dasar Budidaya Perairan, Pengelolaan Kualitas Air, Kesehatan Biota Air, Produksi Pakan Alami, Produksi Pakan Buatan dan Simulasi Digital. Setelah peserta didik menyelesaikan mata pelajaran dasar bidang keahlian, akan melanjutkan ke Kelas XI dengan memilih peminatan sesuai dengan Paket Keahlian yang diminati. Pada kelas XI terdapat mata pelajaran kompetensi kejuruan sesuai dengan paket keahlian yang akan dikembangkan di sekolah. Peserta didik pada saat memilih paket keahlian akan dibimbing dan diarahkan oleh guru BK atau ketua proram studi disesuaikan dengan potensi wilayah.

Dalam struktur kurikulum SMK ada penambahan jam belajar per minggu sebesar 48 jam untuk kelas X, Kelas XI dan Kelas XII. Lama belajar untuk setiap jam belajar untuk kelompak mata pelajaran wajib (Kelompok A dan B) adalah 24 jam @ 45

menit sedangkan untuk mata pelajaran dasar Bidang Keahlian untuk kelas X dan Kelas XI terdiri dari 6 jam/minggu dan untuk mata pelajaran Dasar Program Keahlian pada kelas X adalah 18 jam/minggu. Adapun mata pelajaran Dasar – Dasar Budidaya Perairan terdiri dari 3 jam/minggu.

Buku Teks ini untuk Mata Pelajaran Dasar – Dasar Budidaya Perairan disusun untuk mempermudah dan memperjelas penggunaan buku bagi peserta didik yang diterbitkan oleh Pemerintah. Buku ini terdiri atas dua bagian. Bagian pertama berisi tentang Pendahuluan yang memuat tentang Deskripsi, Prasyarat, Petunjuk Penggunaan, Tujuan Akhir, Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar serta Cek Kemampuan Awal. Bagian kedua menguraikan setiap topik dalam mata pelajaran Dasar-Dasar Budidaya Perairan sesuai Kurikulum 2013. Uraian setiap topik disajikan untuk setiap rencana tatap muka.

Dengan model pengorganisasian seperti ini, diharapkan guru mendapatkan kemudahan dalam pemahaman lebih dalam terhadap materi ajar, cara pembelajarannya, serta cara penilaiannya. Guru juga mendapatkan gambaran terhadap rumusan indikator pencapaian kompetensi dasar (terutama untuk KD pada KI III dan KI IV). Sebagai muaranya, panduan pembelajaran Dasar – Dasar Budidaya Perairan ini diharapkan dapat membantu dalam memberikan kesempatan peserta didik untuk belajar secara optimal, sehingga peserta didik mampu mencapai Standar Kompetensi Lulusan (SKL) pada satuan pendidikan tertentu.

B. Prasyarat

Untuk mempelajari buku teks ini peserta didik diharapkan telah menguasai materi mengenai Biologi biota air (hewan akuatik).

C. Petunjuk Penggunaan

1. Pendekatan dan Metode Pembelajaran Dasar Dasar Budidaya Perairan

   Dasar Dasar Budidaya Perairan pada hakikatnya meliputi empat unsur utama yaitu: (1) sikap: rasa ingin tahu tentang hewan akuatik (biota air), fenomena alam, makhluk hidup lainnya, serta hubungan sebab akibat yang menimbulkan masalah baru yang dapat dipecahkan. (2) proses: prosedur pemecahan masalah melalui metode ilmiah; metode ilmiah (Pendekatan *Scientific*) meliputi menggali informasi melalui pengamatan, bertanya, percobaan, kemudian mengolah data atau informasi, menyajikan data atau informasi dilanjutkan dengan menganalisis, menalar, kemudian menyimpulkan dan mencipta; (3) produk: berupa fakta, konsep, dan prinsip; dan (4) aplikasi: penerapan metode ilmiah dan konsep Dasar Dasar Budidaya Perairan dalam kehidupan sehari-hari. Empat unsur utama Dasar Dasar Budidaya Perairan ini seharusnya muncul dalam pembelajaran Dasar Dasar Budidaya Perairan.

   Pembelajaran Dasar Dasar Budidaya Perairan sebaiknya menggunakan metode *discovery*, metode pembelajaran yang menekankan pola dasar: melakukan pengamatan, menginferensi, dan mengomunikasikan/menyajikan. Pola dasar ini dapat dirinci dengan melakukan pengamatan lanjutan (mengumpulkan data), menganalisis data, dan menarik kesimpulan. Di dalam pembelajaran Dasar Dasar Budidaya Perairan, peserta didik didorong untuk menemukan sendiri dan mentransformasikan informasi kompleks, mengecek informasi baru dengan aturan-aturan lama di dalam pikirannya, dan merevisinya apabila aturan-aturan itu tidak lagi sesuai. Pandangan dasar tentang pembelajaran adalah bahwa pengetahuan tidak dapat dipindahkan begitu saja dari guru

kepada peserta didik. Peserta didik harus didorong untuk mengonstruksi pengetahuan di dalam pikirannya. Agar benar-benar memahami dan dapat menerapkan pengetahuan, peserta didik perlu didorong untuk bekerja memecahkan masalah, menemukan segala sesuatu untuk dirinya, dan bersusah payah dengan ide-idenya.

Bagi peserta didik, pembelajaran harus bergeser dari "diberi tahu"menjadi "aktif mencari tahu". Peserta didik harus didorong sebagai "penemu dan pemilik" ilmu, bukan sekedar pengguna atau penghafal pengetahuan. Di dalam pembelajaran Dasar Dasar Budidaya Perairan, peserta didik membangun pengetahuan bagi dirinya. Bagi peserta didik, pengetahuan yang ada di benaknya bersifat dinamis, berkembang dari sederhana menuju kompleks, dari ruang lingkup dirinya dan di sekitarnya menuju ruang lingkup yang lebih luas, dan dari yang bersifat konkrit menuju abstrak. Sebagai manusia yang sedang berkembang, peserta didik telah, sedang, dan akan mengalami empat tahap perkembangan intelektual, yakni sensori motor, pra-operasional, operasional konkrit, dan operasional formal.

Untuk peserta didik SMK, umumnya berada pada fase perkembangan/pemahaman dari operasional konkrit menuju operasional formal. Ini berarti, peserta didik telah dapat diajak berpikir secara abstrak, misalnya melakukan analisis, inferensi, menyimpulkan, menggunakan penalaran deduktif dan induktif, dan lain-lain, namun seharusnya berangkat/dimulai dari situasi yang nyata dulu. Oleh karena itu, kegiatan pengamatan dan percobaan memegang peran penting dalam pembelajaran Dasar Dasar Budidaya Perairan, agar pembelajaran Dasar Dasar Budidaya Perairan tidak sekedar pembelajaran hafalan.

Fungsi mental yang lebih tinggi pada umumnya muncul dalam percakapan atau kerja sama antar individu sebelum fungsi mental yang lebih tinggi itu terserap ke dalam individu tersebut. Jadi, pembelajaran terjadi apabila peserta

didik bekerja atau belajar menangani tugas-tugas yang belum dipelajari namun tugas-tugas itu masih berada dalam jangkauan kemampuannya. Peserta didik di beri kesempatan untuk berdiskusi dan berbagai bentuk kerja sama lainnya untuk menyelesaikan tugas. Guru akan memberikan sejumlah besar bantuan kepada peserta didik selama tahap-tahap awal pembelajaran. Selanjutnya peserta didik mengambil alih tanggung-jawab yang semakin besar segera setelah ia dapat melakukannya. Bantuan yang diberikan guru tersebut dapat berupa petunjuk, peringatan, dorongan, menguraikan masalah ke dalam langkah-langkah pemecahan, memberikan contoh, atau apapun yang lain yang memungkinkan peserta didik tumbuh mandiri. Sekali lagi, bantuan tersebut tidak bersifat "memberitahu secara langsung" tetapi "mendorong peserta didik untuk mencari tahu".

Di dalam pembelajaran Dasar Dasar Budidaya Perairan, peserta didik didorong untuk belajar melalui keterlibatan aktif dengan keterampilan-keterampilan, konsep-konsep, dan prinsip-prinsip. Guru mendorong peserta didik untuk mendapatkan pengalaman dengan melakukan kegiatan yang memungkinkan mereka menemukan konsep dan prinsip-prinsip untuk diri mereka sendiri. Dengan kata lain, pembelajaran terjadi apabila peserta didik terlibat secara aktif dalam menggunakan proses mentalnya agar mereka memperoleh pengalaman, sehingga memungkinkan mereka untuk menemukan beberapa konsep atau prinsip tersebut. Proses-proses mental itu misalnya mengamati, menanya dan merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, merancang eksperimen, melaksanakan eksperimen, mengumpulkan dan menganalisis data, menarik kesimpulan, serta menyajikan hasil kerjanya.

Pembelajaran Dasar Dasar Budidaya Perairan untuk tiap materi pokok tertentu seharusnya diakhiri dengan tugas proyek. Peserta didik harus mampu melakukan tugas proyeknya, serta membuat laporan secara tertulis. Selanjutnya peserta didik menyajikan hasil kerja individual maupun kelompok

dalam bentuk presentasi lisan atau tertulis, atau ragam penyajian lainnya yang dapat menumbuhkan kebanggaan dan rasa percaya diri peserta didik. Perlu diketahui, bahwa KD Dasar Dasar Budidaya Perairan diorganisasikan ke dalam empat Kompetensi Inti (KI). Kompetensi Inti (KI) 1 berkaitan dengan sikap diri terhadap Tuhan Yang Maha Esa. Kompetensi Inti (KI) 2 berkaitan dengan karakter diri dan sikap sosial. Kompetensi Inti (KI) 3 berisi KD tentang pengetahuan terhadap materi ajar, sedangkan Kompetensi Inti (KI) 4 berisi KD tentang penyajian pengetahuan. Kompetensi Inti (KI) 1, Kompetensi Inti (KI) 2, dan Kompetensi Inti (KI) 4 harus dikembangkan dan ditumbuhkan melalui proses pembelajaran setiap materi pokok yang tercantum dalam Kompetensi Inti (KI)3. Kompetensi Inti (KI) 1 dan Kompetensi Inti (KI) 2 tidak diajarkan langsung *(direct teaching),* tetapi *indirect teaching* pada setiap kegiatan pembelajaran.

Keterpaduan Dasar Dasar Budidaya Perairan SMK dalam pembelajaran diwujudkan dengan berbagai cara:

a. Kompetensi Dasar (KD) Dasar Dasar Budidaya Perairan telah mengarah pada pemaduan.
b. Di dalam buku pegangan bagi peserta didik (buku teks siswa), pemaduan Dasar Dasar Budidaya Perairan dilakukan dengan merumuskan tema-tema besar yang menjadi tempat pemaduan topik/subtopik Dasar Dasar Budidaya Perairan. Tema-tema tersebut adalah: materi, sistem, perubahan, dan interaksi.
c. Pemaduan antar konsep dalam tema besar dilakukan secara *connected,* yakni suatu konsep atau prinsip yang dibahas selanjutnya “menggandeng” prinsip, konsep, atau contoh dalam bidang lain. Misalnya, saat mempelajari suhu, suhu tidak hanya berkaitan dengan benda-benda fisik, namun dikaitkan dengan perilaku hewan terkait suhu.

2. Keterampilan Proses

Tiga langkah kunci dalam proses pengembangan Dasar Dasar Budidaya Perairan (metode ilmiah) adalah melakukan pengamatan, menginferensi (merumuskan penjelasan berdasarkan pengamatan, termasuk menemukan pola-pola, hubungan hubungan, serta membuat prediksi), dan mengomunikasikan. Pengamatan untuk mengumpulkan data dan informasi, dengan panca indra dan/atau alat ukur yang sesuai. Kegiatan inferensi meliputi merumuskan penjelasan berdasarkan pengamatan, untuk menemukan pola-pola, hubungan-hubungan, serta membuat prediksi. Hasil dan temuan dikomunikasian kepada teman sejawat, baik lisan maupun tulisan. Hal-hal yang dikomunikasikan juga dapat mencakup data yang disajikan dalam bentuk tabel, grafik, bagan, dan gambar yang relevan. Tiga keterampilan kunci yaitu melakukan pengamatan, menginferensi, dan mengomunikasikan inilah yang harus dilatihkan secara terus-menerus dalam pembelajaran Dasar Dasar Budidaya Perairan kelas X.

Secara rinci, keterampilan proses Dasar Dasar Budidaya Perairan dibedakan menjadi 2 kelompok yaitu keterampilan proses dasar *(basic skills)* dan keterampilan proses terintegrasi *(integrated skills)*. Keterampilan proses dasar terdiri atas mengamati, menggolongkan/mengklasifikasi, mengukur, mengomunikasikan, menginterpretasi data, memprediksi, menggunakan alat, melakukan percobaan, dan menyimpulkan. Sedangkan jenis-jenis keterampilan proses Dasar Dasar Budidaya Perairan terintegrasi meliputi merumuskan masalah, mengidentifikasi variabel, mendeskripsikan hubungan antar variabel, mengendalikan variabel, mendefinisikan variabel secara operasional, memperoleh dan menyajikan data, menganalisis data, merumuskan hipotesis, merancang penelitian, dan melakukan penyelidikan/percobaan. Pembelajaran Dasar Dasar Budidaya Perairan kelas X SMK melatihkan keterampilan proses dasar, serta mulai melatihkan keterampilan proses terintegrasi.

3. Pembiasaan Sikap

Sikap (KD pada KI I dan KI II) dikembangkan melalui pembiasaan dalam pembelajaran Dasar Dasar Budidaya Perairan dan keteladanan. Sikap-sikap seperti kejujuran, ketekunan, kemauan untuk bekerja sama, dan lain-lain dikembangkan melalui pembelajaran Dasar Dasar Budidaya Perairan sehingga peserta didik dalam mengaplikasikan secara kongkrit melalui tindakan tindakan yang baik dan diharapkan menjadi panutan bagi peserta didik lain.

Prinsip-prinsip Belajar :

a. Berfokus pada student (*student center learning*).
b. Peningkatan kompetensi seimbang antara pengetahuan, keterampilan dan sikap.
c. Kompetensi didukung empat pilar yaitu : inovatif, kreatif, afektif dan produktif.

Pembelajaran :

a. Mengamati (melihat, mengamati, membaca, mendengar, menyimak).
b. Menanya (mengajukan pertanyaan dari yang faktual sampai ke yang bersifat hipotesis).
c. Mengeksplorasi/eksperimen (menentukan data yang diperlukan, menentukan sumber data, mengumpulkan data).
d. Mengasosiasi (menganalisis data, menyimpulkan dari hasil analisis data).
e. Mengkomunikasikan (menyampaikan hasil konseptualisasi dalam bentuk lisan, tulisan diagram, bagan, gambar atau media).

D. Tujuan Akhir

Mata pelajaran dasar - dasar budidaya ikan bertujuan untuk :

1. Menghayati hubungan antara makhluk hidup dan lingkungannya sebagai bentuk kompleksitas alam dan jagad raya terhadap kebesaran Tuhan yang menciptakannya;
2. Mengamalkan pengetahuan dan keterampilan pada pembelajaran dasar - dasar budidaya ikan sebagai amanat untuk kemaslahatan umat manusia;
3. Menghayati sikap cermat, teliti dan tanggungjawab sebagai hasil implementasi dari pembelajaran dasar - dasar budidaya ikan;
4. Menghayati pentingnya kerjasama sebagai hasil implementasi dari pembelajaran dasar - dasar budidaya ikan;
5. Menghayati pentingnya kepedulian terhadap kebersihan lingkungan laboratorium/lahan praktek sebagai hasil implementasi dari pembelajaran dasar - dasar budidaya ikan;
6. Menghayati pentingnya bersikap jujur, disiplin serta bertanggung jawab sebagai hasil dari implementasi pembelajaran dasar - dasar budidaya ikan;
7. Menjalankan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat; tekun; hati-hati; bertanggung jawab; terbuka; kritis; kreatif; inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap dalam melakukan percobaan dan berdiskusi dalam mata pelajaran dasar - dasar budidaya ikan;
8. Menghargai kerja individu dan kelompok dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi melaksanakan percobaan dan melaporkan hasil percobaan;

E. Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya	1.1 Menghayati hubungan antara makhluk hidup dan lingkungannya sebagai bentuk kompleksitas alam dan jagad raya terhadap kebesaran Tuhan yang menciptakannya 1.2 Mengamalkan pengetahuan dan keterampilan pada pembelajaran dasar - dasar budidaya perairan sebagai amanat untuk kemaslahatan umat manusia.
2. Menghayati dan Mengamalkan perilaku jujur, disiplin, tanggungjawab, peduli (gotong royong, kerjasama, toleran, damai), santun, responsif dan pro-aktif dan menunjukan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia	2.1 Menghayati sikap cermat, teliti dan tanggungjawab sebagai hasil implementasi dari pembelajaran dasar - dasar budidaya perairan 2.2 Menghayati pentingnya kerjasama sebagai hasil implementasi dari pembelajaran dasar - dasar budidaya perairan 2.3 Menghayati pentingnya kepedulian terhadap kebersihan lingkungan laboratorium/lahan praktek sebagai hasil implementasi dari pembelajaran dasar - dasar budidaya perairan

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
	2.4 Menghayati pentingnya bersikap jujur, disiplin serta bertanggung jawab sebagai hasil dari implementasi pembelajaran dasar - dasar budidaya perairan 2.5 Menjalankan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu; objektif; jujur; teliti; cermat; tekun; hati-hati; bertanggung jawab; terbuka; kritis; kreatif; inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap dalam melakukan percobaan dan berdiskusi dalam mata pelajaran dasar - dasar budidaya perairan 2.6 Menghargai kerja individu dan kelompok dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi melaksanakan percobaan dan melaporkan hasil percobaan
3. Memahami, menerapkan dan menganalisis pengetahuan faktual, konseptual,dan prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dalam wawasan	3.1 Menganalisis potensi budidaya perairan berdasarkan sumberdaya alam, ekonomi dan sosial 3.2 Menganalisis sistem fisiologi biota air (ikan, kekerangan, krustasea dan rumput laut) 3.3 Menganalisis prinsip – prinsip

KOMPETENSI INTI	KOMPETENSI DASAR
kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian dalam bidang kerja yang spesifik untuk memecahkan masalah.	ekologi pada budidaya perairan 3.4 Menganalisis sistem dan teknologi budidaya perairan
4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu melaksanakan tugas spesifik di bawah pengawasan langsung	4.1 Mengolah, menalar, dan menyaji potensi budidaya perairan berdasarkan sumberdaya perairan 4.2 Mengidentifikasikan sistem fisiologi biota air (ikan, kekerangan, krustasea dan rumput laut) 4.3 Mengolah, menalar, dan menyaji prinsip – prinsip ekologi pada budidaya perairan 4.4 Mengidentifikasikan sistem dan teknologi budidaya perairan

F. Cek Kemampuan Awal

Jawablah pertanyaan-pertanyaan dibawah ini sesuai dengan kemampuan yang dimiliki dengan sejujurnya, dengan cara memberikan tanda pada kolam Ya atau Tidak

No	Pertanyaan	Ya	Tidak
1	Apakah anda dapat menjelaskan ruang lingkup dan tujuan budidaya perairan		
2	Apakah anda dapat mengidentifikasi potensi budidaya perairan di lingkungan anda		
3	Apakah anda dapat mengidentifikasi jenis-jenis biota air yang bernilai ekonomis.		
4	Apakah anda dapat menjelaskan peranan budidaya perairan dalam bidang ekonomi, kesehatan, peluang kerja, kesejahteran, dan pariwisata		
5	Apakah anda dapat mengidentifikasi morfologi dan anatomi biota air		
6	Apakah anda dapat menjelaskan sistem pencernaan dan metabolisme biota air		
7	Apakah anda dapat menjelaskan sistem reproduksi biota air		
8	Apakah anda dapat menjelaskan sistem pernafasan (respirasi) biota air		
9	Apakah anda dapat menjelaskan sistem peredaran darah (sirkulasi) biota air		
10	Apakah anda dapat menjelaskan sistem osmoregulasi biota air		
11	Apakah anda dapat menjelaskan sistem ekskresi biota air		
12	Apakah anda dapat menjelaskan sistem syaraf biota air		
13	Apakah anda dapat menjelaskan sistem hormon biota air		

II. PEMBELAJARAN

Kegiatan Pembelajaran 1. Menganalisis potensi budidaya perairan berdasarkan sumberdaya alam, ekonomi dan sosial.

A. Deskripsi

Budidaya perairan merupakan kegiatan (aktivitas) untuk memproduksi biota (organisme) akuatik di lingkungan terkontrol dalam rangka mendapatkan keuntungan (profit). Budidaya perairan berasal dari bahasa Inggris *aquaculture* (*aqua*= perairan dan *culture* = budidaya). Oleh karena itu, budidaya perairan dapat didefinisikan menjadi campur tangan (upaya-upaya) manusia untuk meningkatkan produktivitas perairan melalui kegiatan budidaya. Kegiatan budidaya yang dimaksud adalah kegiatan pemeliharaan untuk memperbanyak (*reproduction*), menumbuhkan (*growth*), serta meningkatkan mutu biota akuatik sehingga diperoleh keuntungan. Organisme akuatik mencakup kelompok ikan (*finfish*) , udang (*crustacea*), hewan bercangkang (*molusca*), *echinodermata*, dan alga.

Suatu perairan (laut, sungai, danau, atau waduk) memiliki produktivitas (bobot biomassa biota per satuan volume air) alamiah tertentu dan dapat ditingkatkan puluhan hingga ribuan kali melalui kegiatan budidaya. Teknologi budidaya yang diaplikasikan mencakup konstruksi wadah produksi, pemilihan lokasi budidaya, penentuan pola tanam, penggunaan benih unggul dan padat penebaran yang tepat; pemberian pakan yang sesuai dengan jumlah, mutu, waktu, dan pengendalian hama dan penyakit, pengelolaan air, pemantauan serta pemanenan dan penanganan pasca panen.

B. Kegiatan Belajar

Kegiatan Belajar 1. Ruang lingkup dan tujuan budidaya perairan

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini peserta didik dapat :

a. Memahami ruang lingkup budidaya perairan.

b. Mengidentifikasi kegiatan – kegiatan budidaya perairan.

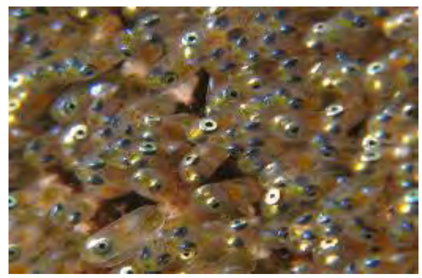
c. Memahami tujuan budidaya perairan.

2. Uraian Materi

a. Ruang Lingkup Budidaya Perairan



Pemijahan induk ikan



Penetasan telur



Pemeliharaan larva



Pemeliharaan benih



Pemanenan ikan



Pengangkutan ikan

Gambar 1. Kegiatan (aktifitas) budidaya perairan

Menurut Undang-Undang Perikanan No.45 tahun 2009, yang dimaksud dengan budidaya ikan adalah kegiatan untuk memelihara, membesarkan, dan/atau mengembangbiakkan ikan dan memanen hasilnya dalam lingkungan yang terkontrol, termasuk kegiatan menggunakan kapal untuk memuat, mengangkut, menyimpan, mendinginkan, menangani, mengolah dan/atau mengawetkan ikan. Ikan adalah semua jenis organisme yang seluruh atau sebagian dari siklus hidupnya berada di dalam lingkungan perairan yang meliputi binatang dan tumbuhan yang hidup dalam air tawar, asin ataupun air payau. Penyebutan budidaya bisa berdasarkan jenis ikan, tempat pemeliharaan, salinitas air dan tingkat teknologinya.

Secara historis budidaya perairan di Indonesia sudah lama dipraktekkan sebagai tradisi (seni) yang tidak diketahui sejak kapan dimulai. Namun budidaya ikan di tambak dan kolam telah tersirat dilakukan untuk memenuhi kebutuhan sendiri maupun menambah penghasilan keluarga sejak abad ke-14. Arsip tua berupa surat dari Residen Surabaya kepada Dewan Keuangan menunjukkan bahwa pada tahun 1821 di Surabaya dan Gresik telah terdapat usaha tambak yang harus membayar pajak (Schuster, 1950). Selain itu Schuster menyatakan bahwa, dalam buku “History of Java” yang ditulis Raffles mencantumkan empang pertama kali dibuat di Jawa Timur. Namun dalam kitab udang-undang yang lebih tua, “Kutara Manawa” yang dibuat tahun 1400 telah mencantumkan pelarangan mencuri ikan dan telah dibedakan dengan jelas antara empang air tawar (siwakan) dan air payau (tambak).

Sejarah ringkas budidaya perairan seperti pada kegiatan budidaya tanaman (*agriculture*) dan ternak (*animal husbandry*), kegiatan budidaya perairan tampaknya diawali dari kegiatan berburu (*hunting*) biota akuatik untuk keperluan makanan pada hari itu. Bagian ikan hasil buruan tersebut ditampung di suatu genangan air untuk keperluan sehari-hari sesungguhnya sudah dilakukan oleh manusia sejak zaman dahulu.

Umumnya publikasi mengenai sejarah budidaya perairan mengacu pada sejarah panjang budidaya perairan di Cina, Mesir dan Eropa Tengah. Cina yang merupakan negara penghasil ikan budidaya terbesar, kolam budidaya ikan dibuat pertama pada awal 1100 SM dan buku pertama, *Fish Culture Classic* berisi tentang budidaya ikan karper (*common carp*) untuk bahan makanan ditulis oleh Fen Li pada tahun 460 SM. Di Mesir, budidaya perairan diperkirakan sudah ada sejak tahun 2000 SM, yakni dengan adanya gambar ikan disebuah makam yang diyakini sebagai gambar ikan tilapia yang dipelihara di dalam kolam. Budidaya perairan dikembangkan sebagai bagian dari sejarah pengembangan sistem irigasi di Mesir, dengan spesies utama ikan tilapia dan kemudian ikan mas.

Budidaya perairan atau budidaya perikanan (akuakultur) didefinisikan sebagai upaya-upaya manusia untuk meningkatkan produktivitas perairan melalui kegiatan budidaya. Kegiatan budidaya itu adalah kegiatan pemeliharaan untuk memperbanyak (reproduksi), menumbuhkan (*growth*) serta meningkatkan mutu biota akuatik sehingga diperoleh keuntungan. Suatu perairan umum (laut, sungai, danau atau waduk) memiliki produktivitas (bobot biomassa biota persatuan volume air) alamiah tertentu dan dapat ditingkatkan puluhan hingga ribuan kali melalui kegiatan teknologi budidaya perairan (akuakultur).

Teknologi budidaya perairan yang dimaksud yakni konstruksi wadah budidaya, pemilihan lokasi budidaya, penentuan pola tanam, penggunaan benih unggul dan padat penebaran (*stocking density*) yang tepat, pemberian pakan yang sesuai (jumlah, mutu, waktu dan cara), pengendalian hama dan penyakit, pengelolaan kualitas air, pemantauan proses budidaya, pemanenan dan penanganan pascapanen.

Organisme akuatik yang dibudidayakan mencakup kelompok ikan (*finfish*), udang (*crustacea*), kekerangan (*molusca*), *echinodermata* dan alga. Umumnya organisme akuatik ini sering disebut menjadi satu komoditas saja yakni ikan. Oleh karena itu, ikan dapat diartikan secara luas dan merupakan bagian dari kegiatan perikanan dengan berbagai komoditas organisme akuatik yang tercangkup didalamnya. Secara umum usaha budidaya perairan (akuakultur) mencakup :

1) Kegiatan Pembenihan ikan meliputi :
    a) Pemilihan induk.
    b) Pemijahan induk.
    c) Penetasan telur.
    d) Pemeliharaan larva.
    e) Pendederan.

2) Pembesaran
    a) Efisiensi pakan.
    b) Konversi pakan.

3) Nutrisi pakan
    a) Penyusunan Formula pakan.
    b) Penentuan Nilai gizi.

4) Kualitas air meliputi
    a) Pengukuran Parameter Fisika.
    b) Pengukuran Parameter Kimia.
    c) Pengukuran Parameter Biologi.

5) Sistem pengadaan sarana dan prasarana produksi meliputi :
   a) Prasarana produksi terdiri dari pemilihan lokasi, pengadaan bahan dan pembangunan fasilitas produksi.
   b) Sarana produksi terdiri dari pengadaan induk, pengadaan benih, pengadaan pakan, pengadaan pupuk, pengadaan obat-obatan, pengadaan peralatan akuakultur dan tenaga kerja.
   c) Subsistem proses produksi, terdiri dari kegiatan persiapan wadah dan media budidaya, penebaran (*stocking*), pemberian pakan, pengelolaan lingkungan, pemantauan kesehatan ikan, pemantauan pertumbuhan ikan dan pemanenan.
   d) Subsistem penanganan pasca panen dan pemasaran terdiri dari peningkatan mutu produk, distribusi produk dan pelayanan (servis) terhadap konsumen.
   e) Subsistem pendukung terdiri dari aspek hukum (UU dan kebijakan) dan aspek keuangan (pembiayaan/kredit, pembayaran).
   f) Aspek kelembagaan dapat berupa organisasi perusahaan, asosiasi, koperasi, perbankan, lembaga birokrasi, lembaga riset, dan pengembangan.

Mengamati

1) Bentuklah kelompok dalam jumlah 4 – 5 orang
2) Lakukan kegiatan mencari informasi dari buku atau bahan ajar, internet, video dan lain-lain sehingga anda bisa memahami ruang lingkup budidaya perairan.
3) Adapun informasi yang harus anda cari adalah :
   a. Ruang lingkup kegiatan pembenihan.
   b. Ruang lingkup kegiatan pembesaran.
   c. Ruang lingkup kegiatan pemberian pakan.
   d. Ruang lingkup kegiatan pengelolaan kualitas air.
   e. Ruang lingkup kegiatan pengendalian hama dan penyakit.
   f. Ruang lingkup kegiatan pengadaan sarana dan prasarana budidaya perairan.

Setelah anda mendapatkan informasi, lakukan diskusi antar kelompok dengan cara setiap kelompok bertukar informasi atau bertanya tentang ruang lingkup budidaya perairan !



Menanya

1) Bandingkan informasi yang anda peroleh dengan informasi kelompok lain, dapat dimulai dengan proses pertanyaan sebagai berikut :
   a. Apa yang dimaksud dengan budidaya perairan ?
   b. Kegiatan-kegiatan apa saja yang termasuk dalam budidaya perairan ?
   c. Mengapa kegiatan budidaya antara satu jenis dengan jenis yang lain ada yang sama dan ada yang berbeda ?
   d. Faktor – faktor apa saja yang dapat mempengaruhi kehidupan dan pertumbuhan biota air yang dibudidayakan ?
   e. Apa perbedaan kegiatan pembenihan biota air dengan kegiatan pembesaran biota air ?
2) Adakah perbedaan informasi dari yang anda peroleh ? Jika ada, sebutkan !
3) Tuliskan kesimpulan anda tentang ruang lingkup budidaya perairan dan diserahkan pada guru !

Ruang lingkup budidaya perairan (Akuakultur) dapat dibedakan berdasarkan :

a) Ruang lingkup budidaya berdasarkan kegiatan

Budidaya perairan merupakan sistem produksi yang mencakup input produksi (prasarana dan sarana produksi), proses produksi (sejak persiapan hingga pemanenan) dan output produksi (penanganan pasca panen dan pemasaran). Orientasi dari kegiatan budidaya pada aspek ini adalah mendapatkan keuntungan sehingga dikenal sebagai kegiatan bisnis akuakultur (akuabisnis). Sistem bisnis akuakultur tersebut mencakup :

(1) Sarana budidaya antara lain pengadaan induk, benih/benur, pakan, pupuk, obat-obatan, peralatan budidaya, tenaga kerja dan lain-lain.

(2) Prasarana budidaya antara lain pemilihan lokasi (jarak lokasi budidaya dari pengadaan bahan budidaya tenaga kerja dan pemasaran), fasilitas pendukung budidaya dan lain-lain.

(3) Proses produksi terdiri dari kegiatan persiapan wadah budidaya, penebaran benih, pemberian pakan, pengelolaan lingkungan budidaya, pengelolaan kesehatan ikan, pemantauan ikan hingga pemanenan.

(4) Penanganan pascapanen dan pemasaran yakni kegiatan mempertahankan dan meningkatkan mutu produk, distribusi produk dan pelayanan terhadap konsumen.

(5) Pendukung kegiatan budidaya antara lain jaminan hukum dan kebijakan pemerintah, pembiayaan/modal, birokrasi, penelitian dan pengembangan kualitas komoditas budidaya perairan.

b) Ruang lingkup budidaya perairan berdasarkan spasial.

Secara spasial, kegiatan budidaya perairan bisa berlangsung di darat dan di laut, mulai dari pegunungan, perbukitan dataran tinggi, dataran rendah, pantai, muara sungai, teluk, selat, perairan dangkal, terumbu

karang, hingga laut lepas / laut dalam. Kegiatan budidaya perairan tersebut dilakukan dengan persyaratan adanya sumberdaya air yang memadai baik kuantitasnya maupun kualitasnya.

c) Ruang lingkup budidaya perairan berdasarkan sumber air di permukaan bumi.

   Berdasarkan sumber air, kegiatan budidaya perairan dipengaruhi oleh salinitas atau kandungan garam sehingga dikenal budidaya perairan di air tawar (*freshwater culture*), budidaya air payau (*brackishwater culture*) dan budidaya air laut (*marinculture*). Komoditas yang dipelihara dalam budidaya perairan adalah spesies yang berasal dari habitat tersebut atau sudah beradaptasi dengan media budidaya.

d) Ruang lingkup budidaya perairan berdasarkan zonasi darat dan laut.

   Berdasarkan zonasi darat-laut, kegiatan budidaya perairan terdiri dari *inland aquaqulture* dan *marine aquaqulture* (*mariculture*). *Inland aquaqulture* adalah kegiatan budidaya perairan yang dilakukan di darat dengan menggunakan sumber air tawar atau air payau. Sedangkan *marine aquaqulture* adalah kegiatan budidaya perairan yang dilakukan di laut.

e) Ruang lingkup budidaya perairan berdasarkan posisi wadah budidaya perairan.

   Posisi wadah pemeliharaan telah membagi kegiatan budidaya perairan berbasiskan perairan (*water-base aquaqulture*) dan berbasiskan daratan (*land-base aquaqulture*).



Gambar 2. ***Land-base aquaqulture***
(Kolam tanah, kolam semen, kolam air deras)



Gambar 3. ***Water-base aquaqulture***
(KJA, Jaring tancap dan karamba apung)

Dalam *water-base aquaqulture*, unit-unit budidaya ditempatkan di badan perairan (sungai, saluran irigasi, danau, waduk dan laut) sehingga merupakan suatu sistem yang terbuka (*open system*). Di dalam sistem ini, interaksi antara ikan unit budidaya dengan lingkungan perairan tersebut berlangsung hampir tanpa pembatasan. Contohnya adalah karamba, jaring apung, rakit apung, jaring tancap, kombongan, kandang (contoh : metode *pen culture* pada budidaya rumput laut), sekat (contoh : metode *enclosure* budidaya kepiting), rakit, dan tambang (contoh : metode *longline* pada budidaya rumput laut). Sedangkan *land-base aquaqulture*, dimana unit-unit budidaya berlokasi di daratan dengan pengambilan sumber air dari perairan di dekatnya sehingga ada pembatasan antara unit budidaya dengan perairan minimal oleh pematang sehingga land-base aquaculture

merupakan sistem tertutup (*closed system*), contohnya adalah kolam air tenang, kolam air deras, sawah dan tambak.

Umumnya unit-unit budidaya berbasiskan daratan merupakan sistem tertutup (*closed system*). Dibandingkan *water-base aquaqulture*, sistem *land-base aquaqulture* dapat mereduksi pencemaran dari lingkungan dengan cara menutup aliran air masuk atau melakukan *treatment air* sebelum digunakan.

Sumberdaya air yang memenuhi persyaratan serta sistem budidaya perairan merupakan dua faktor yang saling terkait dan sangat berperan dalam kesuksesan kegiatan budidaya perairan. Ketersediaan air secara kuantitatif maupun kualitatif merupakan prasyarat untuk bisa berlangsungnya kegiatan budidaya perairan. Berdasarkan kadar garamnya (salinitas), perairan dipermukaan bumi dibagi menjadi tiga golongan yaitu air tawar, air payau dan air laut. Air tawar memiliki salinitas 0 – 5 ppt, air payau memliki salinitas 6 – 29 ppt dan air laut memiliki salinitas 30 – 35 ppt.

Perairan tawar terdapat di daratan mulai dari pegunungan, perbukitan hingga dataran rendah di dekat pantai. Perairan tawar dipermukaan bumi bisa berupa waduk, danau, situ, sungai, saluran irigasi, mata air, sumur dan air hujan. Bentuk perairan tawar tersebut dapat dikelompokkan menjadi 1). aliran yang terdiri dari sungai dan saluran irigasi, 2). genangan yang terdiri dari danau, waduk dan situ, 3) curahan yang berupa mata air, air sumur (air tanah) dan air hujan.

Perbedaan sumber air tawar tersebut dapat dibedakan sebagai berikut :

a) Sungai adalah aliran air di permukaan bumi yang terjadi secara alamiah, bergerak dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih rendah.

b) Saluran irigasi merupakan aliran air dipermukaan bumi yang terjadi bukan secara alami, melainkan sengaja dibuat manusia untuk keperluan tertentu. Aliran air diarahkan untuk berbagai keperluan, antara lain pertanian/perkebunan, perikanan, perkotaan dan sebagainya.

c) Danau adalah genangan air dipermukaan bumi yang terjadi secara alamiah. Cekungan yang terbentuk secara alamiah dipermukaan bumi terisi oleh air yang berasal dari mata air, sungai atau hujan. Danau terdapat di pegunungan, perbukitan, dataran rendah dan dataran tinggi. Danau yang terdapat dipegunungan dan perbukitan umumnya memiliki air yang jernih dan miskin unsur hara sehingga kandungan *fitoplankton* yang sedikit. Danau yang tidak subur ini disebut *oligotrofik*, sedangkan danau yang subur disebut *eutrofik* dan yang kesuburannya sedang disebut *mesotrofik*.

d) Waduk adalah danau buatan yang dibangun dengan cara membendung sungai dengan dam (bendungan). Dengan adanya dam yang menahan aliran air sungai tersebut terjadilah penggenangan (inundasi) sepadan sungai (*watershed*) dan daerah tangkapan hujan disekitarnya sehingga sungai menjadi sangat melebar dan berubah jadi danau.

e) Situ adalah danau atau waduk yang berukuran kecil, baik luasan, kedalaman maupun volume airnya. Kata Situ diadopsi dari bahasa Sunda yang arti sesungguhnya adalah danau.

f) Mata air adalah air tanah yang keluar dari perut bumi. Aliran air bawah tanah tersebut merupakan kumpulan dari rembesan air didalam tanah dan muncul ke permukaan bumi sebagai mata air. Mata air umumnya jernih dan unsur hara yang dikandungnya tergantung pada jenis batuan yang terdapat di aliran air bawah tanah tersebut. Mata air yang keluar dari permukaan bumi kemudian mengalir membentuk aliran sungai

kecil dan masuk ke aliran sungai besar bersama aliran sungai kecil lainnya dan bermuara ke hilir pantai.

g) Air sumur diperoleh dengan menggali tanah hingga kedalaman tertentu. Pada kedalaman tersebut, penggalian tanah bisa mencapai/mengenai aliran air/sungai bawah tanah. Akibat tekanan air dari sungai bawah tanah tersebut. massa air bisa bergerak ke atas mengisi rongga dasar sumur sehingga menjadi sediaan (tandon) air.

h) Air hujan berasal dari presivitasi uap air di udara. Uap air tersebut berasal dari evaporasi dan transpirasi permukaan bumi akibat adanya sinar matahari. Uap air yang melayang-layang tersebut selanjutnya bersatu dan berkumpul sehingga memiliki bobot yang cukup untuk jatuh ke permukaan bumi sebagai hujan. Dipermukaan bumi, curahan hujan tersebut sebagian meresap ke dalam tanah (*infiltrasi*) dan sebagian lagi mengalir (*perkolasi*) membentuk sungai dan menggenang membentuk danau.

Perairan payau berlokasi di muara sungai dan pantai tempat terjadinya transisi dari kondisi air tawar ke kondisi air asin. Selain muara sungai dan pantai, air payau juga bisa ditemukan di rawa dekat pantai dan memiliki salinitas dengan kisaran yang sangat lebar, yakni salinitas antara 6 – 29 ppt. Sedangkan perairan laut adalah perairan yang berada di laut dan memiliki kadar garam (salinitas) > 30 ppt. Perairan laut dapat dikelompokkan berdasarkan beberapa kriteria yakni berdasarkan kedalaman terdiri dari perairan dangkal (*shallow sea*) <30 m dan laut dalam (*deep sea*) > 30 m. Berdasarkan keterlindungannya, perairan laut dikelompokkan menjadi laut terbuka/laut lepas (*open sea/off shore*) dan laut terlindung berupa teluk, selat, tanjung dan perairan dangkal.

b. Tujuan Budidaya Perairan

Budidaya perairan (Akuakultur) adalah kegiatan untuk memproduksi biota (organisme) akuatik dilingkungan terkontrol dalam rangka mendapat keuntungan (profit) sehingga disebut juga akuabisnis. Selain itu tujuan budidaya perairan juga mencakup :

1) Produksi Makanan Daging ikan

   Daging ikan merupakan sumber protein hewani dan makanan sehat yang sangat dibutuhkan manusia, selain produk-produk peternakan seperti daging sapi, ayam, dan telur. Kebutuhan ikan dipenuhi melalui kegiatan penangkapan dan budidaya perairan. Produk perikanan tangkap umumnya berupa ikan segar, beku dan olahan (pengeringan, pengasinan, fillet, pengalengan, penepungan dan sebagainya).

2) Perbaikan Stok Ikan di Alam

   Stock ikan di alam baik dilaut maupun perairan umum cenderung semakin berkurang. Pengurangan stok ikan di alam disebabkan oleh tingginya laju penangkapan dan kematian dibandingkan dengan rendahnya laju perkembangbiakan dan pertumbuhan. Laju penangkapan ikan meningkat disebabkan oleh tuntutan pemenuhan kebutuhan manusia yang meningkat sejalan dengan pertambahan populasi penduduk dunia. Laju kematian di alam juga meningkat sejalan dengan semakin memburuknya kualitas lingkungan. Memasuki abad ke-21, paradigma pembangunan perikanan tangkap dunia telah beralih, dari paradigma lama (penangkapan) ke paradigma baru yang lebih menekankan aspek pemanfaatan sumber daya hayati secara lestari dan berkelanjutan. Dalam paradigma baru tersebut, yang dinyatakan dalam Code of Conduct for Responsible Fisheries (CCRF) atau kode tindak perikanan yang bertanggungjawab yang diprakasai oleh Organisasi Pangan Sedunia yakni FAO, disebutkan perlunya upaya-upaya peningkatan stok ikan di alam (*stok enhancement*) melalui

kegiatan *restocking*. Sudah saatnya pada perairan laut yang mengalami *overfishing* dan perairan umum yang mengalami degradasi sumber daya ikan diberlakukan program *restocking*.

3) Produksi Ikan Untuk Rekreasi

Dewasa ini, kebutuhan manusia dalam hal rekreasi meningkat, terutama pada masyarakat perkotaan. Kegiatan rekreasi tersebut diantaranya adalah memancing (seperti : *leisure fishing, sport fishing*) dan atraksi ikan dalam akuarium besar seperti di Taman Akuarium Air Tawar, Taman Mini Indonesia Indah, dan Sea World.

4) Produksi Ikan Umpan.

Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) merupakan contoh akuakultur untuk dijadikan umpan hidup dalam kegiatan penangkapan tuna. Bandeng dipilih sebagai umpan hidup karena warna tubuhnya keperak-perakkan sehingga menarik perhatian tuna. Oleh karena itu, akhir-akhir ini permintaan bandeng hidup sebagai umpan meningkat tajam sejalan dengan perkembangan usaha penangkapan tuna.

5) Produksi Ikan Hias

Kegiatan budidaya perairan juga ditujukan untuk menghasilkan ikan hias (*ornamental fish*). Ikan hias diproduksi karena memiliki warna dan bentuk tubuh serta tingkah laku yang unik dan menarik sehingga memiliki nilai ekonomis. Nilai ekonomi ikan hias juga dipengaruhi oleh tingkat kesulitan pengembangbiakan (*breeding*) ikan ini.

6) Daur Ulang Bahan Organik

Beberapa ikan budidaya perairan dapat memanfaatkan bahan organik, baik secara langsung maupun tidak langsung Seperti ikan tilapia digunakan untuk mengurangi sedimen organik yang terdapat di waduk. Ikan tilapia tersebut mempunyai kemampuan mengkonsumsi bahan organik dan mengonversinya menjadi protein daging ikan yang bernilai.

7) Produksi Bahan Industri

Dampak dari industrialisasi dan globalisasi telah menyebabkan meningkatnya permintaan akan barang/produk kebutuhan hidup seperti pangan, sandang, papan dan kebutuhan sekunder atau tersier lainnya. Beberapa produk budidaya perairan kini telah menjadi bahan baku industri penting seperti industri pakan, obat-obatan atau farmasi, kosmetika, tekstil dan bahan kimia lainnya seperti industri cat, keramik, pasta gigi dan sebagainya. Rumput laut, patin, nila, dan fitoplankton *chlorella* merupakan contoh komoditas budidaya perairan yang telah menjadi bahan baku suatu industri.

Penyediaan benih ikan/komoditas budidaya saat ini masih dilakukan oleh masyarakat dengan cara mengambil benih atau bibit dari alam (sungai, danau, laut dan sebagainya) dan sebagian lagi telah dikembangkan dengan cara melakukan proses pemijahan/pembibitan biota air di dalam wadah budidaya.

Dukungan teknologi yang diperlukan bagi pengembangan budidaya perairan untuk pemenuhan gizi masyarakat adalah:

1) Sistem budidaya, perlu dikembangan sistem yang lebih efisien dan efektif mengingat biaya input budidaya yang cenderung meningkat, seperti penggunaan pakan buatan.
2) Teknologi budidaya untuk komoditas baru yang digemari oleh masyarakat, seperti cumi-cumi, abalone dan lain-lain.
3) Teknologi pembenihan, khususnya untuk lebih memberi memudahkan bagi masyarakat di dalam mendapatkan benih, seperti pengembangan *backyard hatchery* untuk produksi benih bandeng. Teknologi pemuliaan diperlukan untuk mendukung teknologi perbenihan ini, mengingat semakin menurunnya mutu genetik ikan budidaya saat ini.
4) Teknologi pakan/ nutrisi. Pembuatan pakan ikan selama ini lebih banyak mengandalkan tepung ikan sebagai sumber protein, sedangkan

untuk memenuhi kebutuhan tepung ikan masih harus diimpor. Oleh karena itu perlu dikembangkan sumber protein alternatif, misalnya memanfaatkan *maggot* yang dikembangbiakkan dengan memanfaatkan limbah kelapa sawit. Teknologi produksi *Artemia*, yang digunakan untuk pakan benih ikan dan udang, perlu dikembangkan karena selama ini masih diimpor.

5) Teknologi deteksi dan pencegahan penyakit. Penggunaan PCR (*Polymerase Chain Reaction*) untuk diagnosis penyakit ikan dan udang secara cepat perlu lebih dikembangkan.
6) Peningkatan mutu melalui rekayasa genetika (reproduksi, pertumbuhan, mutu dan warna daging, efisiensi pakan, ketahanan terhadap penyakit dan perubahan lingkungan.

Mengeksplorasi/Eksperimen

Lakukan observasi dan wawancara terhadap ruang lingkup budidaya perairan secara umum disekitar lingkungan sekolah terutama pada para pembudidaya. Obyek observasi yang dilakukan adalah :

a) Jenis biota air yang dibudidayakan.
b) Kegiatan budidaya yang dilakukan (Pembenihan/pendederan/ pembesaran).
c) Sarana/wadah budidaya yang digunakan.
d) Tahapan kegiatan budidaya.

Alat-alat atau bahan yang harus disediakan :

1. Sumber belajar (buku, internet, lokasi budidaya dll).
2. Kamera.
3. Alat tulis menulis.

Langkah-langkah yang harus anda kerjakan adalah :

1. Lakukan kegiatan pengamatan sarana dan prasarana yang tersedia di lokasi budidaya perairan !
2. Lakukan pengamatan dan wawancara terhadap jenis biota air yang dibudidayakan !
3. Lakukan wawancara terhadap kegiatan budidaya yang dilakukan pembudidaya tersebut !
4. Lakukan wawancara tentang tahapan budidaya perairan sesuai jenis biota air yang dibudidayakan !
5. Lakukan pengamatan terhadap kegiatan pendukung budidaya yakni
   a) Pengelolaan kualitas air.
   b) Pengendalian hama dan penyakit.
   c) Pemberian pakan.
6. Lakukan pengambilan dokumentasi lokasi dan pencatatan hasil observasi !
7. Dapat dilakukan kegiatan yang sama pada lokasi budidaya perairan lainnya !

Tabel 1. Pengamatan kegiatan-kegiatan dalam budidaya perairan

No	Indikator pengamatan	Materi yang diamati	Keterangan/Tahapan Kegiatan
1.	Nama unit budidaya :		
2.	Jenis biota air yang dibudidayakan :		
3.	Kegiatan pembenihan	Jenis biota air (ikan/krustacea/ moluska/alga) : ………………………	(1) ………… (2) ………… (3) ………… (4) ………… (5) ………… …………
4.	Kegiatan pembesaran	Jenis biota air (ikan/krustacea/ moluska/alga) : ………………………	(1) ………… (2) ………… (3) ………… (4) ………… (5) ………… …………
5.	Kegiatan pemberian pakan	Jenis pakan (pakan alami/buatan) : ……………………..	(1) ………… (2) ………… (3) ………… (4) ………… (5) ………… …………
6.	Kegiatan pengelolaan kualitas air	Parameter kualitas air (fisika/kimia/biologi): …………………………… Variabel kualitas air (suhu/DO/pH dll) 1. ………… 2. ……….. 3.	(1) ………… (2) ………… (3) ………… (4) ………… (5) ………… …………

No	Indikator pengamatan	Materi yang diamati	Keterangan/Tahapan Kegiatan
7.	Kegiatan pengendalian hama dan penyakit	Jenis serangan (hama/penyakit) : ………………………	(1) ………… (2) ………… (3) ………… (4) ………… (5) ………… …………
8.	Kegiatan pengadaan sarana dan prasarana budidaya perairan	Jenis wadah (kolam/KJA/tambak/ bak dll : ……………………	(1) ………… (2) ………… (3) ………… (4) ………… (5) ………… …………

Catatan :

Isilah lembar pengamatan dengan benar dan bila terdapat kegiatan/keterangan lain yang tidak ada pada format dapat ditambahkan/dikembangkan sesuai hasil pengamatan. Setelah anda melaksanakan kegiatan pengamatan pada lokasi budidaya perairan disekitar sekolah, buatlah kesimpulan hasil eksplorasi tersebut pada format yang telah disediakan !

Mengasosiasikan/ Mengolah Informasi

Kesimpulan hasil eksplorasi **:**

1. **Jenis biota air :**
2. **Kegiatan budidaya perairan :**

   pembenihan/pendederan/pembesaran
3. **Tahapan kegiatan :**
   a. **Persiapan wadah**

      ……………………………………………………………………………………
      ……………………………………………………………………………………
      ……………………………………………………………

   b. **Penanganan biota air sebelum dibudidayakan**

      ……………………………………………………………………………………
      ……………………………………………………………………………………
      ……………………………………………………………

   c. **Pemberian pakan**

      ……………………………………………………………………………………
      ……………………………………………………………………………………
      ……………………………………………………………

   d. **Pengelolaan kualitas air**

      ……………………………………………………………………………………
      ……………………………………………………………………………………
      ……………………………………………………………

   e. **Pengendalian hama penyakit**

      ……………………………………………………………………………………
      ……………………………………………………………………………………
      ……………………………………………………………

   f. **Pemanenan**

      ……………………………………………………………………………………
      ……………………………………………………………………………………
      ……………………………………………………………

Guru Mata Pelajaran Kelompok ….

(……………………………….) (…………………………………..)

Mengkomunikasikan

Presentasikan hasil kerja kelompok anda di depan teman-teman. Apakah ada tanggapan / masukan / sanggahan dari hasil kerja kelompok anda.



3. **Tugas**

   Setelah anda membaca dan mempelajari materi identifikasi ruang lingkup dan tujuan budidaya perairan dengan baik, maka untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan anda, kerjakan tugas ini secara mandiri.

   Buatlah (pilihlah salah satu dari tugas dibawah ini) :

   a. Makalah yang berhubungan dengan materi yang berikan.
   b. *Power point* yang berhubungan dengan materi yang berikan.
   c. Melakukan pengamatan secara langsung pada lokasi kegiatan budidaya perairan , kemudian membuat laporan.

4. Tes Formatif

1) Definisi yang tepat terhadap budidaya perairan adalah ….
   a. Kegiatan untuk memelihara, membesarkan, dan/atau mengembangbiakkan ikan dan memanen hasilnya dalam lingkungan yang terkontrol.
   b. Kegiatan penangkapan dan pemeliharaan untuk menumbuhkan (*growth*) biota air sehingga dapat dijual.
   c. Kegiatan untuk memelihara biota air dalam lingkungan terkontrol sehingga mendapatkan keuntungan (profit).
   d. Kegiatan menumbuhkan dan memanen hasil budidaya perairan dalam sistem teknologi intensif.

2) Ruang lingkup budidaya perairan berdasarkan kegiatan terdiri dari…
   a. Pemilihan lokasi pembenihan, persiapan wadah dan media pembenihan, pengelolaan induk, seleksi induk, pemijahan, penetasan telur dan pemeliharaan larva.
   b. Input produksi (prasarana dan sarana produksi), proses produksi (sejak persiapan hingga pemanenan) dan output produksi (penanganan pasca panen dan pemasaran).
   c. Persiapan kolam, pemupukan, pengapuran, pengairan, penebaran benih, pemeliharaan dan pemanenan.
   d. Budidaya ikan, budidaya krustacea, budidaya molluska, budidaya rumput laut dan budidaya *Echinodermata*.

3) Kegiatan budidaya perairan yang dipengaruhi oleh salinitas atau kandungan garam >30 ppt disebut …
   a. *Water-base aquaqlture*.
   b. *Land-base aquaqlture.*
   c. *Mariculture.*
   d. *Brackishwater culture.*

4) Bentuk perairan tawar di kelompokkan seperti yang tertera di bawah ini, kecuali ...
   a. Aliran yang terdiri dari sungai dan saluran irigasi.
   b. Genangan yang terdiri dari danau, waduk dan situ.
   c. Curahan yang berupa mata air, air sumur (air tanah) dan air hujan.
   d. Aliran yang terdiri dari danau, waduk dan situ.
5) Terdapat tiga jenis danau menurut tingkat kesuburannya. Danau yang subur ditumbuhi fitoplankton disebut ....
   a. Oligotrofik.
   b. Eutrofik.
   c. Mesotrofik.
   d. Trofik.
6) Tujuan budidaya perairan seperti dibawah ini kecuali ....
   a. Produksi makanan daging ikan, perbaikan stok ikan di alam, produksi ikan umpan, dan produksi ikan hias.
   b. Produksi makanan daging Ikan, perbaikan stok ikan di alam, daur ulang bahan organik, dan produksi bahan industri.
   c. Perbaikan stok ikan di alam, daur ulang bahan organik, produksi bahan industri , dan produksi makanan daging Ikan.
   d. Pemenuhan gizi, pemenuhan bahan makanan, daur ulang bahan berbahaya, dan produksi bahan industri.
7) Dukungan teknologi yang diperlukan bagi pengembangan budidaya perairan untuk pemenuhan gizi masyarakat adalah ….
   a. Teknologi pakan buatan dan pakan alami
   b. Teknologi pengukuran dan treatment air
   c. Teknologi wadah dan media budidaya.
   d. Teknologi pembenihan dan pembesaran biota air.

8) Contoh produk perikanan tangkap dalam bentuk olahan umumnya dapat berupa...

   a. Pengeringan.
   b. Penjemuran.
   c. Pengasaman.
   d. Pengalengan.

9) Kelompok perairan laut dengan kriteria >30 m adalah...

   a. Shallow sea.
   b. Deep sea.
   c. Open sea.
   d. Off shore.

10) Danau buatan yang dibangun dengan cara membendung sungai dengan dam (bendungan) adalah….

   a. Mata air.
   b. Situ.
   c. Sungai.
   d. Waduk.

Kegiatan Belajar 2. Potensi dan Peran Budidaya Perairan

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini, peserta didik dapat :

a. Memahami potensi yang dapat dikembangkan menjadi kegiatan usaha budidaya perairan.
b. Menjelaskan luas lahan yang potensial dikembangkan untuk kegiatan budidaya perairan.
c. Menjelaskan peranan budidaya perairan bagi perekonomian nasional.
d. Menjelaskan peranan budidaya perairan bagi pemenuhan kebutuhan pangan.
e. Menjelaskan peranan budidaya perairan bagi perbaikan stok alam.
f. Memahami permasalahan dalam pengembangan budidaya perairan.

2. Uraian Materi

Sumberdaya Perikanan dapat didefinisikan sebagai berikut :

a. Menurut UU Perikanan no. 31 th. 2004, Perikanan adalah semua kegiatan yang berhubungan dengan pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya ikan dan lingkungannya mulai dari praproduksi, produksi, pengolahan sampai dengan pemasaran, yang dilaksanakan dalam suatu sistem bisnis perikanan.

b. Perikanan dapat diartikan juga merupakan semua kegiatan yang berkaitan dengan ikan, termasuk memproduksi ikan, baik melalui penangkapan maupun budidaya dan atau mengolahnya untuk memenuhi kebutuhan manusia akan pangan sumber protein dan non pangan.

Permintaan terhadap komoditi perikanan Indonesia terus meningkat dari tahun ke tahun. Beberapa jenis komoditas perikanan Indonesia yang diekspor adalah udang, tuna/cakalang, rumput laut, kepiting, kerang-kerangan dan lain sebagainya. Sementara itu, meningkatnya permintaan ikan di pasaran dunia

dipengaruhi oleh meningkatnya jumlah penduduk, tingkat pendapatan, bergesernya selera konsumen dari “*red meat*” ke “*white meat*” dan kebutuhan manusia akan makanan sehat (*healthy food*) serta rasa ketidak amanan manusia untuk mengkonsumsi daging ternak seperti adanya penyakit *mad cow disease*, *dioxin* dan penyakit mulut dan kuku yang melanda hewan ternak di Eropa dan Amerika memberikan dampak positif pada peningkatan konsumsi ikan.

Mengamat

1) Bentuklah kelompok dalam jumlah 4 – 5 orang.
2) Lakukan kegiatan mencari informasi dari buku atau bahan ajar, internet, video dan lain-lain sehingga anda bisa memahami potensi dan peran budidaya perairan.
3) Adapun informasi yang harus anda cari adalah :
    a. Potensi budidaya ikan, budidaya kerang (*molluska)*, budidaya udang (*krustase*a), budidaya rumput laut (*algae*) dan budidaya perairan lainnya.
    b. Peranan budidaya perairan bagi perekonomian nasional, pemenuhan kebutuhan pangan dan perbaikan stok alam.
    c. Permasalahan dalam pengembangan budidaya perairan.

Setelah anda mendapatkan informasi, lakukan diskusi antar kelompok dengan cara setiap kelompok bertukar informasi atau bertanya tentang potensi budidaya perairan berdasarkan komoditas yang telah dikembangkan di Indonesia !



Menanya

1) Bandingkan informasi yang anda peroleh dengan informasi kelompok lain, dapat dimulai dengan proses pertanyaan sebagai berikut :
    a. Berapa hasil produksi budidaya perairan baik secara umum maupun berdasarkan masing-masing komoditas ?
    b. Apa perbedaan budidaya air tawar, budidaya air payau dan budidaya air laut ?
    c. Faktor-faktor apa yang membedakan 3 kegiatan budidaya tersebut ?
    d. Apakah satu jenis biota air hanya dapat dibudidayakan pada satu jenis perairan ?
    e. Faktor apa yang mempengaruhi suatu lokasi budidaya dapat berpotensi menjadi lokasi budidaya perairan ?
    f. Bagaimana peranan budidaya perairan bagi perekonomian nasional, pemenuhan kebutuhan pangan dan perbaikan stok alam.
    g. Permasalahan apa saja yang terjadi dalam pengembangan budidaya perairan ?
2) Adakah perbedaan informasi dari yang anda peroleh ? Jika ada, sebutkan !
3) Tuliskan kesimpulan anda tentang pemilihan lokasi pembesaran kerang dan diserahkan pada guru !

a. Potensi Budidaya Perairan Berdasarkan Komoditas

Potensi dapat diartikan sebagai kemampuan yang mempunyai kemungkinan untuk dikembangkan. Sinonim kata potensi adalah daya, energi, kapasitas, kekuatan, kemampuan, kesanggupan. Sehingga dapat dijelaskan dalam kegiatan budidaya perairan sebagai kemampuan untuk dikembangkan menjadi suatu usaha budidaya perairan. Sedangkan sumberdaya alam dapat didefinisikan sebagai kondisi alam/bahan mentah yang didapatkan di alam, yang dimanfaatkan manusia untuk meningkatkan kesejahteraan. Macam-macam sumberdaya alam :

1) Sumberdaya Alam kontinyu/tidak bisa habis. Misalnya: matahari, udara, air dalam siklus hidrologi.
2) Sumberdaya Alam dapat habis. Misalnya : bahan bakar fosil seperti minyak, mineral (besi, timah, emas), barang tambang. Sumberdaya alam ini harus dipergunakan dengan efektif dan efisien karena jumlahnya akan semakin berkurang dan berdampak juga pada peningkatan pencemaran lingkungan.
3) Sumberdaya Alam dapat pulih. Misalnya: hutan, padang rumput, ikan, dan lain-lain. Sumberdaya Alam ini dapat selalu tersedia di alam dan dapat menjadi bahan pemenuhan manusia apabila pemanfaatannya dilakukan secara baik dan lestari.

Sumber daya perikanan mencakup sumber daya air (sumber daya alam), sumber daya ikan, sumber daya manusia sebagai pelaku usaha perikanan (nelayan, pembudidaya ikan, dan pengolah hasil perikanan), dan sumber daya buatan (fasilitas perikanan dan teknologi). Sumberdaya alam dapat termanfaatkan dengan maksimal dan lestari bila memiliki sumberdaya manusia yang memiliki keahlian (skill) dan bertanggung jawab. Sumberdaya manusia tersebut terdiri dari pelaku usaha perikanan di Indonesia terdiri dari nelayan, pembudidaya ikan, pengolah hasil perikanan, dan seluruh pelaku yang terlibat dalam industri perikanan

seperti industri pakan, benih, bahan bakar, peralatan tangkap, obat-obatan, serta kapal perikanan. Sebagai salah satu sumberdaya alam, komoditas perikanan memegang peranan yang penting dalam menyediakan pangan yang bergizi.



Perairan pantai



Perairan teluk dan berpulau-pulau



Perairan sungai



Perairan danau

Gambar 4. Potensi sumberdaya alam Indonesia

Potensi sumberdaya alam Indonesia untuk mendukung pengembangan dan kelestarian sumberdaya perikanan sangat banyak. Potensi sumberdaya alam tersebut ada di seluruh pelosok nusantara karena Indonesia merupakan negara kepulauan (*archipelago*) yang terdiri dari ±13.000 pulau dengan panjang garis pantai ±81.000 km (terpanjang kedua di dunia). Sebagai negara kepulauan maka Indonesia memiliki luas laut ±5,8 juta km^2 . Dari analisa potensi perikanan tangkap di perairan laut

Indonesia diperkirakan 6,41 juta ton/thn yang terdiri dari ikan pelagis besar (1,165 juta ton), ikan pelagis kecil (3,6 juta ton), ikan demersal (1,36 juta ton), ikan karang (145 ribu ton), udang *penaeid* (94,80 ribu ton), udang lobster (4,80 ribu ton), cumi-cumi (28,25 ribu ton) dan lain-lain.

Potensi lestari yang tinggi terdapat di perairan laut Samudera Hindia (1,08 juta ton per thn) dan laut Cina Selatan (1,06 juta ton per thn) serta selat Makasar dan Laut Flores. Sedangkan wilayah laut yang bisa dieksploitasi lebih banyak lagi adalah Laut Seram danTeluk Tomini, Laut Arafura, Laut Cina Selatan, Laut Sulawesi, dan Samudera Pasifik karena tingkat pemanfaatannya kurang dari 50%.

Potensi budidaya laut (*mariculture*), khususnya ikan dan molluska masih sangat besar. Luas total perairan laut yang potensial untuk budidaya ikan (kakap, kerapu, dan beronang) sekitar 1.052.720 ha dan untuk budidaya molluska (kekerangan dan teripang) sekitar 720.500 ha. Dari luas perairan laut yang ada tersebut potensi produksi yang dapat dihasilkan diperkirakan sekitar 46.000 ton/tahun. Adapun potensi lahan budidaya rumput laut (alga) mencapai 22.460 ha yang tersebar di seluruh di Indonesia.

Potensi budidaya perairan (Akuakultur) terdiri dari potensi perairan laut bagi pengembangan *marikultur* yang diperkirakan mencapai 24.528.178 ha (tersebar di 32 Propinsi di Indonesia), potensi akuakultur air payau dengan sistem tambak mencapai 913.000 ha dan potensi akuakultur air tawar dengan sistem kolam tanah, karamba dan KJA yang mencapai ± 832.157 ha.



Gambar 5. Budidaya ikan, Budidaya kerang mutiara dan Budidaya rumput laut

Bidang perikanan dengan berbagai komoditasnya perlu dikembangkan produksinya karena selain kandungan ikan yang baik terutama protein, juga memiliki jumlah spesies terbanyak. Diperkirakan jumlah Ikan di dunia mencapai ± 15.000 sampai dengan 17.000 jenis, diikuti Burung ±8.600 jenis, Mamalia ± 4.500 jenis, Reptilia ± 6.000 jenis dan Amphibia ±2.500 jenis. Sedangkan pemanfaatan rumput laut di Indonesia sendiri sebenarnya telah dimulai sejak tahun 1920. Tercatat ada 22 jenis rumput laut digunakan secara tradisional sebagai makanan, baik dibuat sayuran maupun sebagai penganan dan obat-obatan. Sampai tahun 1990-an, penelitian telah berhasil mengembangkan pemanfaatan 61 jenis dari 27 marga rumput laut. Namun, penggunaannya selama itu masih terbatas untuk makanan dan obat. Belum ada upaya pengembangan lebih lanjut pada produk lain yang punya nilai ekonomis lebih tinggi.

Dari total pelaku usaha perikanan Indonesia yang berprofesi sebagai nelayan perikanan laut berjumlah 3.311.821 orang dan nelayan perairan umum berjumlah 545.786 orang. Pelaku usaha ini terbanyak berdomisili di Jawa Timur. Adapun Jumlah pembudidaya di Indonesia mencapai 2.270.164 orang, dan paling banyak berdomisili di Jawa Barat. Dalam rangka peningkatan produksi perikanan yang berkelanjutan dan lestari maka diatur sistem pengelolaan perikanan sebagaimana didefinisikan dalam (UU Perikanan No. 31 Tahun 2004) yakni pengelolaan perikanan

adalah semua upaya, termasuk proses yang terintegrasi dalam pengumpulan informasi, analisis, perencanaan, konsultasi, pembuatan keputusan, alokasi sumber daya ikan, dan implementasi serta penegakan hukum dari peraturan perundang-undangan di bidang perikanan, yang dilakukan oleh pemerintah atau otoritas lain yang diarahkan untuk mencapai kelangsungan produktivitas sumber daya hayati perairan dan tujuan yang telah disepakati.

Budidaya perairan (akuakultur) merupakan subsektor pangan yang pertumbuhannya paling cepat di dunia. Pada 1984 produksi akuakultur dunia hanya 10 juta ton dengan nilai 12 miliar dollar AS untuk kemudian meningkat menjadi 20 juta ton dengan nilai sekitar 33 miliar dollar AS pada 1992. Selanjutnya 10 tahun kemudian (2002) produksi akuakultur dunia telah mencapai 51,4 juta ton dengan nilai sekitar 60 miliar dollar AS.

Kajian Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP), dari sejumlah potensi ekonomi sumber daya kelautan dan perikanan sebesar 82 miliar dollar AS per tahun, budidaya perairan bisa menghasilkan 61,9 miliar dollar AS (sekitar 75,5 persen). Bandingkan dengan perikanan tangkap, termasuk di perairan umum, yang hanya memberi peluang sekitar 16,2 miliar dollar AS. Dengan kata lain budidaya perairan di Indonesia sebenarnya mampu melebihi nilai produksi akuakultur dunia pada 2002 (60 miliar dollar AS).

Akuakultur adalah kegiatan bisnis budidaya organisme akuatik yang sebarannya hampir ada di setiap negara di dunia. Kegiatannya dilakukan di laut, perairan payau, perairan tawar, termasuk perairan umum berupa danau, waduk, dan sungai. Produksi akuakultur dunia pada 1998 mencapai 30,8 juta ton dan Indonesia menduduki ranking ke lima di bawah Cina, India, Jepang, dan Filipina. Pada 2003 Indonesia menduduki ranking ketiga setelah Cina dan India.

Mencermati status dan potensi akuakultur negara kita, walau secara keseluruhan produksi perikanan nasional masih didominasi perikanan tangkap, kontribusi akuakultur memiliki pertumbuhan produksi jauh lebih tinggi dibandingkan dengan perikanan tangkap. Data KKP 2003 menunjukkan bahwa kontribusi akuakultur terhadap produksi nasional meningkat dari 18,05 persen pada 1999 menjadi 20,56 persen pada 2002. Sebaliknya sumbangan perikanan tangkap menurun dari 81,95 persen pada 1999 menjadi sekitar 79,44 persen pada 2002. Ini memberi kesan bahwa akuakultur ke depan akan memegang peran yang semakin penting, tetapi sudah barang tentu harus disertai dengan beberapa catatan perbaikan kelemahan yang selama ini ditemukan.

Permintaan dalam negeri dan dunia terhadap produk perikanan terus meningkat seiring dengan pertambahan jumlah penduduk dan meningkatnya kesadaran manusia akan manfaat ikan yang menyehatkan dan mencerdaskan. Kemampuan produksi produk perikanan dari kegiatan perikanan tangkap pada tataran global maksimum sebesar 90 juta ton per tahun (FAO, 2004), dan nasional 6,4 juta ton per tahun. Kini kuantitas tangkapannya cenderung mengalami penurunan.

Dalam UU Perikanan No. 31 tahun 2004 juga para pelaku usaha perikanan dan sumberdaya manusia yang terkait di dalamnya harus selalu memperhatikan konservasi sumberdaya ikan di perairan. Konservasi sumberdaya ikan dapat didefinisikan sebagai upaya perlindungan, pelestarian, dan pemanfaatan sumber daya ikan, termasuk ekosistem, jenis, dan genetik untuk menjamin keberadaan, ketersediaan, dan kesinambungannya dengan tetap memelihara dan meningkatkan kualitas nilai dan keanekaragaman sumber daya ikan.

b. Peranan budidaya perairan secara umum (ekonomi, kesehatan, peluang kerja, kesejahteraan, pariwisata, dll) baik tingkat lokal, regional, maupun internasional.

Dalam rangka peningkatan produksi perikanan yang berkelanjutan dan lestari maka diatur sistem pengelolaan perikanan sebagaimana didefinisikan dalam (UU Perikanan No. 31 Tahun 2004) yakni pengelolaan perikanan adalah semua upaya, termasuk proses yang terintegrasi dalam pengumpulan informasi, analisis, perencanaan, konsultasi, pembuatan keputusan, alokasi sumber daya ikan, dan implementasi serta penegakan hukum dari peraturan perundang-undangan di bidang perikanan, yang dilakukan oleh pemerintah atau otoritas lain yang diarahkan untuk mencapai kelangsungan produktivitas sumber daya hayati perairan dan tujuan yang telah disepakati. Dari 15 point inti dalam UU Perikanan No. 31 Tahun 2004 tersebut 11 point berupa penjelasan tentang masalah pengelolaan perikanan.

Dalam UU Perikanan No. 31 Tahun 2004 juga para pelaku usaha perikanan dan sumberdaya manusia yang terkait di dalamnya harus selalu memperhatikan konservasi sumberdaya ikan di perairan. Konservasi sumberdaya ikan dapat didefinisikan sebagai upaya perlindungan, pelestarian, dan pemanfaatan sumber daya ikan, termasuk ekosistem, jenis, dan genetik untuk menjamin keberadaan, ketersediaan, dan kesinambungannya dengan tetap memelihara dan meningkatkan kualitas nilai dan keanekaragaman sumber daya ikan.

Program Pengelolaan dan Pengembangan Sumber Daya Kelautan dan Perikanan bertujuan untuk meningkatkan kontribusi sektor kelautan dan perikanan dalam perekonomian nasional. Sasaran program adalah meningkatnya kontribusi sector kelautan dan perikanan dalam perekonomian nasional. Program ini juga mencakup Revitalisasi perikanan, yang merupakan bagian dari Revitalisasi Pertanian, Perikanan,

dan Kehutanan (RPPK) yang telah dicanangkan Presiden R.I. pada tanggal 11 Juni 2005.

Upaya yang ditempuh adalah merevitalisasi sumber-sumber pertumbuhan ekonomi yang ada berupa berbagai kegiatan usaha di bidang penangkapan ikan dan budidaya perikanan, serta mengoptimalkan operasional unit usaha pengolahan ikan dalam negeri. Disamping itu, juga menciptakan sumber pertumbuhan ekonomi baru berupa pemanfaatan peluang usaha perikanan yang masih memiliki prospek yang baik.

Kebijakan Revitalisasi Perikanan pada dasarnya mengembangkan daerah yang memiliki potensi besar, yang pada tahap awal akan difokuskan pada pengembangan 3 komoditas ekonomis penting, yakni tuna, udang, dan rumput laut. Pengembangan ketiga komoditas di atas merupakan fokus tahap awal Revitalisasi Perikanan. Disamping itu, akan dilakukan pula pengembangan komoditas ekonomis penting lainnya sesuai dengan potensi dan karakteristik setiap daerah/lokasi pengembangan. Disamping itu, program mencakup pula pengembangan industri perikanan terpadu, yang meliputi:

1) Pengembangan industri perikanan tuna terpadu, termasuk inisiasi dan pengembangan awal budidaya tuna untuk menghasilkan tuna segar.
2) Pengembangan industri tambak udang terpadu, termasuk pembangunan *broodstock*, balai benih, revitalisasi *backyard hatchery*, pabrik pakan, dan pos kesehatan ikan.
3) Pengembangan pabrik industri rumput laut terpadu dan massal di daerah produsen di seluruh Indonesia, serta pabrik pengolahan bahan kering menjadi *semi-refined products* di pusat-pusat industri. Untuk mendukung kontinuitas bahan baku, akan dibangun kebun bibit rumput laut.

Disamping itu, akan dilakukan pula pembangunan prasarana budidaya yang diarahkan untuk dapat meningkatkan produktivitas secara signifikan, dengan membuka lahan baru dan rehabilitasi lahan tambak yang rusak akibat bencana alam, meliputi jaringan irigasi tambak udang, dan mendorong swasta untuk mengembangkan industri benih, industri pakan dan obat-obatan.

Secara umum peranan budidaya perairan bukan saja untuk mendapatkan keuntungan usaha tetapi juga untuk memenuhi kebutuhan pangan, perbaikan stok alam, produksi ikan hias, rekreasi, produksi bahan industri, bahan ikan umpan dan daur ulang organik.



Nugget ikan



Produk agar (*jelly*)



Perhiasan mutiara



Kerupuk udang

Gambar 6. Produk hasil perikanan

Daging ikan merupakan sumber protein hewani dan makanan sehat yang sangat dibutuhkan manusia selain produk peternakan seperti daging sapi, daging ayam dan telur. Komposisi kimia ikan terdiri dari air : 66 – 84 %, Protein : 15 – 24 %, Lemak : 0,1 – 22 % dan Mineral : 0,8 – 2 %. Sedangkan kandungan protein ikan yakni ikan basah/segar ± 17 %, ikan asin ± 40 % dan ikan kering ± 60 %. Kegunaan protein bagi tubuh manusia adalah melancarkan metabolisme, mendukung pertumbuhan tubuh, meningkatkan kecerdasan otak, meningkatkan daya tahan tubuh dan pengganti sel-sel yg rusak.

Akibat dari kegiatan penangkapan ikan, pencemaran lingkungan, kerusakan habitat hidup ikan dan penurunan perkembangbiakan ikan di alam mendorong kegiatan budidaya perairan berperan lebih besar untuk meningkatkan stok ikan di alam baik dengan cara meningkatkan volume hasil produksi budidaya maupun dengan program *restocking* (yakni menebar ikan ke alam).

Keunikan dan keindahan dari warna, bentuk tubuh serta tingkah laku beberapa spesies ikan menyebabkan kegiatan budidaya perairan ditujukan juga untuk menghasilkan/memproduksi ikan-ikan hias. Begitu pula dengan meningkatnya waktu manusia untuk rekreasi mendorong munculnya kegiatan-kegiatan pemancingan ikan, pameran ikan maupun atraksi ikan dalam akuarium.

Meningkatnya kebutuhan manusia akan pangan, sandang, papan dan kebutuhan sekunder atau tersier lainnya, mendorong industri-industri pakan, obat-obatan (farmasi), kosmetik, tekstil dan industri kimia lainnya meningkatkan kebutuhan bahan baku dari produk perikanan. Contohnya bahan rumput laut dengan kandungan karaginan, agar-agar dan alginat merupakan bahan untuk menstabil, pengemulsi, pengental, dan aditif pada industri kosmetik, farmasi, tekstil dan sebagainya.

Dalam kegiatan penangkapan ikan, kebutuhan benih ikan bandeng banyak dibutuhkan sebagai umpan. Beberapa jenis ikan lainnya mempunyai kemampuan untuk mengkonsumsi bahan organik hasil buangan limbah rumah tangga seperti jenis ikan tilapia (nila, mujair, gurami).

Dari data statistik ekspor perikanan menurut negara tujuan tahun 2000 ke 91 negara, dimana secara keseluruhan dari tahun 1998 sebesar 650.291 ton dengan nilai US$ 1.698.675 meningkat menjadi 703.155 ton dengan nilai US$ 1.739.312 pada tahun 2000. Jumlah ekspor terbesar ditujukan ke Jepang (50%), Amerika (17%), Uni Eropa (UE) (13%), Asia (20%) dan ASEAN (10%). Sedangkan keragaman ekspor komoditi perikanan sebagian masih dalam bentuk utuh beku dan segar dimana sebagian pasar utamanya adalah Jepang.

Peran industri perikanan Indonesia sangat besar, dan sepatutnya Indonesia menjadi negara industri perikanan terbesar di Asia. Dimana saat ini Indonesia merupakan produsen ikan terbesar keenam di dunia dengan volume produksi enam juta ton (FAO, 2008). Bila Indonesia mampu meningkatkan produksi perikanannya, terutama yang berasal dari usaha budidaya perairan, menjadi 50 juta ton per tahun (75 persen dari total potensi), maka Indonesia bakal menjadi produsen perikanan terbesar di Asia bahkan dunia.

Dominasi perikanan Indonesia dapat terlihat dari peran ekspor rumput laut. Dimana Indonesia merupakan produsen utama dunia dalam ekspor rumput laut kering, dengan potensi lahan budidaya sebesar 1,1 juta hektar diperkirakan mampu memproduksi 17,7 juta ton rumput laut pertahun. Dengan keunggulan pada lahan dan jumlah produksi tersebut menjadi kekuatan besar bagi Indonesia untuk memasuki pasar Internasioal. Selain itu terdapat sedikitnya 555 jenis rumput laut di perairan Indonesia. Dimana, ada 55 jenis yang diketahui mempunyai nilai ekonomis tinggi,

diantaranya *Eucheuma sp, Gracillaria* dan *Gelidium*. Jenis rumput laut yang banyak dibudidayakan adalah *Eucheuma sp* dan *Gracillaria*. Disamping sebagai bahan untuk industri makanan seperti agar-agar, *jelly food* dan campuran makanan seperti burger dan lain-lain, rumput laut juga sebagai bahan baku industri kosmetika, farmasi, tekstil, kertas, keramik, fotografi dan insektisida.

Tabel 2. Potensi pasar komoditas rumput laut dalam negeri dan luar negeri

Uraian	Nilai
Produksi Rumput Laut Indonesia	148.750 ton
Peluang Pasar Domestik	14.000 ton
Peluang Pasar Luar Negeri	25.000 ton
Market Share	15%
Ekspor Rumput Laut Indonesia	250.000 ton
Total Permintaan Dunia	1.666.667 ton

Manfaat rumput laut dapat diketahui dari kandungannya yang kaya akan nutrisi esensial, seperti enzim, asam nukleat, asam amino, mineral, trace elements, dan vitamin A,B,C,D,E dan K. Karena kandungan gizinya yang tinggi, rumput laut mampu meningkatkan sistem kerja hormonal, limfatik, dan juga saraf. Selain itu, rumput laut juga bisa meningkatkan fungsi pertahanan tubuh, memperbaiki sistem kerja jantung dan peredaran darah, serta sistem pencernaan.

Rumput laut dikenal juga sebagai obat tradisional untuk batuk, asma, bronkhitis, TBC, cacingan, sakit perut, demam, rematik. Kandungan yodiumnya diperlukan tubuh untuk mencegah penyakit gondok. Di Cina, rumput laut juga biasa digunakan untuk pengobatan kanker. Tingginya tingkat konsumsi rumput laut mungkin berhubungan dengan rendahnya insiden kanker payudara pada wanita di negara tersebut. Mungkin hal itu disebabkan oleh kandungan klorofil rumput laut yang bersifat

antikarsinogenik. Selain itu, karena kandungan vitamin C dan antioksidannya yang dapat melawan radikal bebas, rumput laut bermanfaat untuk memperpanjang usia dan mencegah terjadinya penuaan dini.

Pemanfaatan rumput laut secara umum adalah :

1) Makanan dan susu (Ice cream, yoghurt, waper krim, cokelat susu, puding instan).
2) Minuman (Minuman ringan, jus buah, bir).
3) Roti.
4) Permen.
5) Daging ikan dalam kaleng.
6) Saus, salad dressing, kecap.
7) Makanan diet (Jelly, jam, sirup, puding).
8) Makanan bayi.
9) Non pangan (Makanan hewan, makanan ikan, cat, keramik, tekstil, kertas).
10) Farmasi dan kosmetik (Pasta gigi, shampoo, obat tablet, bahan cetak gigi, obat salep).

Kegunaan rumput laut yang beragam itu, ternyata karena di tiap kelasnya terdapat senyawa yang berbeda dan memiliki sifat kimia dan fisika yang spesifik pula. Bila dari alga coklat dihasilkan alginat, maka dari kelas alga merah bisa didapat karaginan dan agar-agar. Alga coklat terdiri dari paduan struktur kimia manuronat dan guluronat. Untuk pewarna tekstil, alga coklat yang digunakan adalah yang memiliki struktur manuronat lebih banyak dalam hal ini ada pada *Sargassum* dan *Turbinaria*. Struktur kimianya mengikat zat pewarna, namun lebih mudah melepaskannya pada bahan kain. Sebagai pewarna makanan dipilih alga yang memiliki struktur guluronat lebih banyak karena sifatnya yang mudah dicerna. Bahan

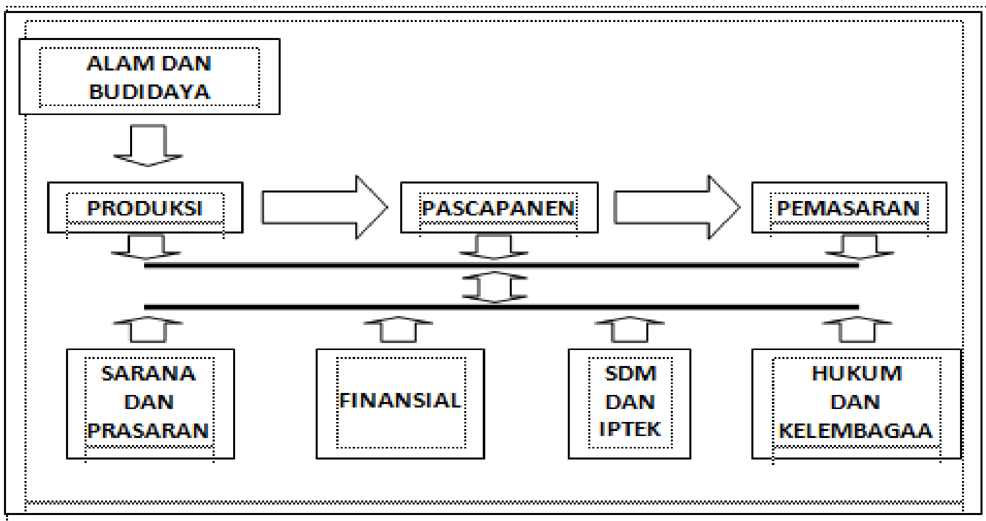
pewarna alami ini kini mulai banyak digunakan menggeser pewarna sintetis. Hal ini tentunya akan memberi banyak keuntungan bagi Indonesia yang memiliki rumput laut jenis alga coklat yang melimpah.

Selain ramah lingkungan karena bukan bahan kimia berbahaya dan beracun, harga pewarna alami dari rumput laut juga relatif murah dibandingkan pewarna kimia sintetis. Pembuatan batik cap dengan pewarna rumput laut dapat menekan biaya hingga 25 persen. Pemanfaatan potensi alam Indonesia ini juga akan berdampak pada penghematan devisa karena akan mengganti pewarna batik yang selama ini masih impor. Selain itu, pengolahan rumput laut menjadi zat pewarna merupakan peluang usaha baru bagi industri lokal dan selanjutnya juga akan membuka lapangan kerja baru bagi masyarakat. Lalu bagaimana prospek pemanfaatan alga merah yang memiliki kandungan senyawa lebih banyak?

Karaginan pada alga merah digunakan sebagai pasta gigi karena fiskositasnya tinggi dan strukturnya lebih lentur dan lembut. Hidrokoloid rumput laut jenis ini memiliki kemampuan yang unik dalam membentuk gel yang bertekstur pendek sesuai untuk pasta gigi. Penggunaan karaginan ini sekarang mulai menggeser bahan baku *xanthan gum* untuk pasta gigi. Agar-agar selain sebagai bahan makanan yang sudah banyak dikenal, juga digunakan untuk kosmetik karena mengandung zat pengemulsi yang baik. Bila melihat sifat-sifat fisika-kimia hidrokoloid rumput laut yang tersusun dari senyawa polisakarida itu masih banyak lagi kemungkinan aplikasi baru yang lebih luas seperti cairan pembersih, pelapisan keramik, dan produk bertekanan, serta kertas.

c. Permasalahan pengembangan budidaya perairan

Dalam pengembangan produksi budidaya perairan, terdapat masalah-masalah sangat mendasar yang sampai saat ini masih menjadi kendala, baik bagi petani sendiri maupun bagi para pelaku usaha budidaya perairan yang menyebabkan usaha ini belum menjadi sektor lapangan pekerjaan yang menarik untuk dikembangkan. sehingga perlu dibuatkan suatu skema pengembangan agribisnis yang jelas seperti berikut ini .



Gambar 7. Skema pengembangan usaha budidaya perairan

Permasalahan dalam pengembangan industri budidaya perairan dapat dikelompokkan ke dalam permasalahan dalam industri primer, permasalahan dalam industri sekunder, permasalahan sumber daya manusia dan permasalahan kelembagaan dan pemasaran.

1) Permasalahan Industri Primer Budidaya Perairan

a) Lokasi Budidaya

Masalah yang muncul dalam budidaya adalah belum tepatnya lokasi kegiatan budidaya dilakukan. Penentuan lokasi menjadi kunci utama dalam budidaya perairan karena akan berpengaruh terhadap kelangsungan dan pertumbuhan komoditas budidaya perairan. Diantaranya adalah lingkungan ekobiologi (persyaratan tumbuh), *oceanography* dan tata ruang

penggunaan kawasan lokasi yang bersangkutan. Pembangunan sektor lain seperti pemukiman, navigasi, pariwisata, pertambangan sering menjadi masalah besar sehingga perlu adanya tata ruang yang sesuai. Oleh karena itu, faktor ekobiologi, *oseanografi* dan tata ruang menjadi pertimbangan penting dalam penentuan lokasi dan kawasan pengembangan agar kegiatan budidaya dapat dijalankan dengan produktif, efisien dan berkelanjutan dengan memperhatikan kelestarian lingkungan.

b) Bibit/benih

Masalah lain yang dihadapi adalah ketersediaan bibit/benih. Tingginya permintaan pasar bibit/benih komoditas perikanan tidak diimbangi dengan keberhasilan dan kestabilan menyediaakan bibit/benih tersebut. Beberapa permasalahan dalam penyediaan bibit tersebut yakni kemampuan SDM yang masih rendah dalam menguasai teknologi budidaya perairan secara menyeluruh, kualitas induk yang semakin menurun akibat pemijahan *inbreeding* atau perkembangbiakan vegetatif (pada alga) maupun manajemen induk yang kurang baik, pemeliharaan larva dan benih yang kurang baik, penurunan kualitas air, serangan hama penyakit dan penurunan kualitas pakan serta pengaruh iklim yang ekstrem. Oleh karena itu perlu penyediaan induk-induk dari strain yang unggul yang dapat menghasilkan benih-benih yang tahan penyakit dan perubahan lingkungan, pertumbuhan yang cepat dan respon pada pakan yang diberikan dalam kegiatan budidaya perairan.

c) Teknis Budidaya

Masalah teknis budidaya juga sering menjadi kendala. Pemilihan metode budidaya yang digunakan akan dipengaruhi lingkungan tempat budidaya. Seringkali di suatu lokasi budidaya menggunakan metode yang berbeda-beda sehingga menimbulkan masalah dalam penataannya. Kombinasi dari beberapa metode mungkin dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan lahan, namun dapat berdampak pada kelestarian lingkungan itu sendiri. Di sisi lain, langkah-langkah modifikasi yang dilakukan pembudidaya sering menimbulkan masalah lain yang tidak disadari. Selain masalah tersebut diatas, teknis budidaya masih belum tampak adanya pembaruan. Penelitian untuk mengembangkan teknik budidaya yang lebih baik dan sesuai dengan lingkungan belum banyak dilakukan. Pengembangan teknik budidaya yang dapat mencegah serangan hama predator, misalnya, sangat diperlukan terutama dikawasan yang berdekatan dengan habitat predator.

d) Hama dan Penyakit

Masalah hama dan penyakit dalam budidaya perairan sering menjadi penyebab gagalnya usaha. Adanya berbagai kasus hama dan penyakit sangat terkait dengan pemilihan lokasi dan daya dukung lingkungan yang diantaranya dipengaruhi oleh musim, tata ruang, habitat, predator dan lainnya.

Gangguan hama dan serangan penyakit dapat menyebabkan kematian dan pertumbuhan biota air yang dibudidayakan menjadi lambat (kekerdilan), padat tebar sangat rendah, konversi pakan sangat tinggi, periode pemeliharaan lebih lama, yang berarti meningkatnya biaya produksi. Dan pada tahap

tertentu, serangan penyakit dan gangguan hama tidak hanya menyebabkan menurunnya hasil panen (produksi), tetapi pada tahap yang lebih jauh dapat menyebabkan kegagalan panen.

Agar para pembudidaya mampu mencegah serta mengatasi serangan penyakit dan gangguan hama yang terjadi pada ikan pemeliharaannya, maka perlu dibekali pengetahuan menyenai sumber penyakit, penyebab, dan jenisnya serta teknik-teknik penanggulangannya. Dalam penanggulangannya perlu juga dibekali pengaruh teknik/obat yang digunakan terhadap gangguan lingkungan sehingga dapat dihindari terjadinya kerusakan lingkungan dan kegiatan budidaya yang berkelanjutan.

e) Tata Ruang dan Aspek Hukum

Budidaya perairan menghendaki kesesuaian lingkungan yang tinggi, sehingga faktor alam cenderung sangat mempengaruhi produksi dan produktifitasnya. Tata ruang suatu perairan untuk kegiatan budidaya perairan sampai saat ini belum banyak mendapat perhatian. Tata ruang untuk usaha budidaya perairan yang tidak tertata dengan baik mengakibatkan kegagalan dalam produksi akibat penurunan mutu perairan budidaya perairan. Tidak tersedianya tata ruang semacam itu akan menyulitkan *investor* mengembangkan usahanya karena tidak mendapatkan informasi akurat akan daya dukung dan jaminan kepastian bahwa usahanya akan berjalan lancar.

Di sisi lain, aspek hukum yang mampu melindungi kegiatan usaha budidaya perairan juga belum diterbitkan baik oleh pemerintah pusat ataupun daerah. Undang-Undang, Peraturan Pemerintah atau Peraturan Daerah yang mengatur secara

spesifik peruntukan kawasan budidaya perairan masih belum ada.

Aspek legal hukum tersebut sangat dibutuhkan agar kegiatan budidaya dapat terjamin tanpa adanya gangguan atau hambatan dari pihak luar. Jaminan bahwa kawasan budidaya tidak akan diubah untuk keperluan lain harus mulai dilakukan. Salah satu alternatifnya adalah dengan membentuk kawasan pengembangan khusus yang kedudukannya diperkuat dengan Perda setempat. Keterlibatan Dewan Perwakilan Rakyat Daerah sangat penting.

Isu aspek hukum lainnya adalah masih belum kuatnya jaminan hukum. Untuk budidaya perairan diperlukan ijin berupa Ijin Usaha Perikanan (IUP) yang dikeluarkan Dirjen Budidaya perairan jika usaha dilakukan di laut lepas dengan batas di atas 12 mil laut, atau oleh Bupati/ Walikota jika usaha dilakukan kurang dari 4 mil laut. Meskipun seseorang telah mendapatkan IUP untuk budidaya rumput laut namun tidak mendapat jaminan bahwa usaha budidayanya nanti tidak mendapat gangguan akibat diubahnya lokasi budidaya untuk keperluan lain, misalnya wisata.

f) Permodalan

Belum berpihaknya perbankan terhadap usaha budidaya rumput laut budidaya perairan, menyebabkan petani tidak memilki akses atau memiliki akses yang sangat terbatas terhadap sumber pendanaan. Petani budidaya perairan umumnya mendapatkan permodalan dari pengumpul dan atau rentenir yang bisa menyebabkan posisi tawar mereka dalam system agribisnis sangat lemah dan rentan.

g) Pasca Panen komoditas budidaya perairan

Permasalahan utama yang sering dijumpai pada usaha budidaya perairan adalah penurunan mutu hasil panen budidaya akibat teknik pemanenan dan lamanya pemanenan (umur panen) dilakukan. Selain itu permasalahan lain antara lain teknik penanganan pengangkutan, jarak lokasi budidaya ke tempat pemasaran maupun permasalahan yang saling berhubungan dengan setiap tahapan budidaya perairan tersebut. Oleh karena itu keberhasilan budidaya perairan ditentukan oleh kemampuan SDM, kualitas biota, kualitas air, pencegahan hama penyakit dan iklim yang mendukung kegiatan budidaya perairan.

h) Jalur Informasi

Selama ini industri primer (budidaya) tidak mendapatkan kejelasan tentang kriteria dan kondisi permintaan pasar. Akses untuk mendapatkan informasi tersebut sangat kecil atau bahkan tertutup. Seringkali, satu-satunya informasi yang diperoleh adalah dari pedagang mengumpul yang kurang memadai. Sebagi komponen industri, informasi akan permintaan, jumlah, mutu, harga dan sebagainya mutlak diperlukan. Informasi semacam itu tidak dapat diharapkan dari institusi pemerintah, terutama di daerah.

Oleh karena itu, perlu dibangun suatu lembaga independen yang dapat menjadi sumber berbagai informasi baik teknis, non-teknis, legalitas, dan sebaginya yang dapat diakses dengan mudah oleh industri primer yang memilki banyak keterbatasan tersebut. Model *house of chamber* atau semacam itu dapat dikembangkan di setiap daerah dalam rangka menjadi agen penyebaran informasi sekaligus penengah.

Selain itu, petani budidaya perairan tidak mendapatkan bimbingan teknis yang memadai sehingga pengetahuan mereka terbatas. Adanya institusi penyuluhan sangat diharapkan terutama dalam rangka penyebaran informasi dan bimbingan teknologi kepada pembudidaya. Betapapun, pengetahun yang cukup akan banyak membantu menghasilkan produk yang bermutu tinggi.

2) Permasalahan Industri Sekunder budidaya perairan

Masalah yang timbul pada industri primer akan langsung atau tidak langsung berpengaruh terhadap industri sekunder. Selain belum dapat diselesaikan, masalah tersebut akan tetap menjadi masalah bagi industri sekunder. Biasanya industi sekunder telah menetapkan standar baku mutu yang harus dipenuhi oleh industri primer sebagai pemasok bahan baku. Sebagai contoh baku mutu rumput laut (*Eucheuma cottoni*) yang diperlukan industri sekunder adalah kadar air 31-35%, kotoran dan garam <2%, rendemen > 25%, gel strength 550. Atau (Gracillaria) kadar air 18-22%,kotoran dan garam <2%, rendemen > 14-20%. Namun seringkali baku mutu ini tidak dapat dipenuhi. Dibeberapa daerah kadar air masih mencapai 40% , kotoran lebih dari 5% dan bahkan *gel strength* kurang dari 500. Kondisi seperti ini akan memberikan beban biaya tambahan yang tidak kecil untuk pengeringan kembali, pembersihan dari kotoran, atau penggunaan bahan-bahan pengolah yang lebih banyak akibat rendahnya *gel strength*. Belum terhitung penyusutan bobot yang dialami selama penjemuran rumput laut.

Industri sekunder juga menghadapi masalah belum adanya jaminan pasokan bahan baku yang tepat jumlah, mutu, waktu dan harga. Jika dibiarkan tanpa adanya kelembagaan yang mampu

menangani standarisasi mutu perikanan ini akan mengakibatkan industri pengolahan perikanan nasional sulit berkembang.

3) Sumber Daya Manusia

Petani budidaya perairan umumnya adalah petani tamatan sekolah rendah atau nelayan yang berdomisili di desa-desa pesisir dengan tingkat pendidikan formal yang relatif rendah. Kondisi demikian tentunya menjadi penghambat dalam inovasi teknologi dan manajemen budidaya perairan. Pembinaan terhadap petani budidaya perairan dalam bentuk pelatihan dan asistensi melalui penyuluhan masih belum banyak dilaksanakan. Pembinaan dan penyuluhan diperlukan agar mutu komoditas budidaya perairan lebih baik dan menghasilkan produk akhir yang bermutu tinggi.

Masalah SDM yang melimpah dan murah belum mampu menjadi daya tarik kuat karena masih rendahnya produktivitas sumber daya manusia tersebut. Dibandingkan negara lain, SDM Indonesia masih terpuruk di bawah. Jangankan dibandingkan dengan negara-negara Industri, diantara negara di Asia pun Indonesia masih berada di lapisan paling bawah. Selain itu, penyebaran SDM tersebut tidak merata dan cenderung menumpuk di Pulau Jawa. Akibatnya, pengembangan industri perikanan di wilayah perikanan potensial yang umumnya jauh dari Jawa tidak mudah. Terlebih jika dikaitkan dengan etos kerja yang dinilai masih rendah.

4) Kelembagaan

Untuk meningkatkan peran stategis komoditas budidaya perairan terhadap perekonomian nasional, diperlukan adanya peningkatan kelembagaan agar seluruh *stakeholders* mulai dari indstri primer hingga sekunder dapat teraspirasi segala kepentingannya. Peningkatan kelembagaan diperlukan agar segala aspek

permasalahan dapat diselesaikan untuk meningkatkan produktivitas usaha dan industry perikanan nasional. Dibandingkan dengan komoditas lain seperti pertanian dan peternakan, komoditas budidaya perairan (perikanan) hanya memilki beberapa wadah lembaga atau organisasi petani yang sifatnya nasional untuk menyelesaikan segala permasalahan yang ada dalam pengembangan produksi komoditas budidaya perairan tersebut.

5) Sosial Ekonomi dan Budaya

Usaha budidaya budidaya perairan selain umumnya dilakukan di darat dan di laut lepas dengan berbagai metode. Dengan metode budidaya yang sifatnya terbuka, mengakibatkan rawannya penjarahan terhadap hasil budidaya perairan. Kondisi demikian diakibatkan dari rendahnyaa tingkat taraf hidup masyarakat disekitar lokasi budidaya dan budaya masyarakat yang tidak mau bersusah payah mmelihara dalam jangka waktu tertentu. Permasalahan-permasalahan tersebut biasa dijumpai di beberapa sentra produksi perikanan.

6) Pemasaran

Hubungan yang kurang harmonis dan kurang *fair* antara pembudidaya sebagai produsen perikanan dengan pengumpul lokal baik di tingkat desa atau kecamatan, serta antara pengumpul lokal dengan pengumpul besar di tingkat kabupaten atau propinsi telah menjadi masalah yang tidak kunjung dapat diselesaikan.

Tidak baiknya hubungan tersebut terlihat dari tidak transparannya dalam menentukan harga jual dan beli komoditas budidaya perairan sehingga mengakibatkan munculnya penurunan animo masyarakat untuk membudidayakan komoditas perikanan. Tidak transparanya harga juga diikuti oleh berfluktuasinya harga yang

sangat signifikan pada saat panen hasil budidaya perairan di sentra produksi.

Pada tingkat Industri sekunder, aspek pemasaran ke luar negeri menjadi kendala yang menurunkan minat para pelaku usaha untuk berusaha dalam industri pengohan perikanan. Indonesia belum memiliki jaringan internasional yang mampu menjebatani industri pengolahan perikanan dengan pasar dunia. Jaringan tersebut sangat diperlukan untuk memberikan kepastian kepada pelaku industri pengolahan dalam memasarkan produknya.

Kondisi di lapangan menujukkan bahwa perkembangan usaha budidaya perairan sangat dipengaruhi oleh standar mutu komoditas yang dibudidayakan yang ditentukan oleh kalangan industri (pabrikan) dan panjangnya mata rantai penjualan komoditas sehingga harga komoditas perikanan di tingkat petani sangat rendah. Petani dalam hal menjual produknya tidak dapat langsung ke industri tetapi harus melalui jalur pedagang pengumpul. Kemudian dari pedagang pengumpul dilakukan transaksi dengan pedagang besar. Selanjutnya pedagang besar menjualnya ke pihak pabrikan.

Dengan demikian terjadi perbedaan harga yang cukup signifikan antara harga di tingkat petani dengan harga ditingkat industi. Harga di tingkat petani kurang cukup berkembang walaupun telah dilakukan peningkatan mutu, karena belum ada standar mutu yang baku. Disamping itu, penyebab utama rendahnya harga pada komoditas budidaya perairan disebabkan adanya praktek yang mengarah pada pasar oligopoli, sehingga harga tersebut banyak dipengaruhi oleh pembeli dari kalangan industri dengan tingkat harga yang rendah.

Terciptanya oligopoli pada mata rantai pemasaran komoditas perikanan disebabkan oleh berbagai faktor. Pada tingkat pengumpul, penyebab utamanya adalah '*entry barrier*' yang terkait dengan adanya '*patron client*' dan perlunya modal besar untuk menjadi pengumpul. Pada tingkat pedagang besar penyebab utamanya adalah '*entry barrier*' yang terkait dengan modal besar dan pembayaran terlambat yang dilakukan oleh eksportir. Pada tingkat eksportir penyebab utamanya adalah '*entry barrier*' yang terkait dengan resiko kualitas, fluktuasi nilai tukar mata uang dan juga modal besar.

Mengeksplorasi/Eksperimen

Lakukan observasi dan wawancara terhadap potensi dan peranan budidaya perairan disekitar lingkungan sekolah terutama pada lokasi budidaya dan tempat pemasaran hasil perikanan. Obyek observasi yang dilakukan adalah:

a) Hasil produksi perikanan.
b) Pemanfaatan produksi perikanan.
c) Pendapatan masyarakat dari produksi perikanan.
d) Peraturan/kebijakan pengembangan perikanan.

Alat-alat atau bahan yang harus disediakan :

1. Sumber belajar (buku, internet, lokasi budidaya, lokasi pengolahan perikanan, pasar dll).
2. Kamera.
3. Alat tulis menulis.

Langkah-langkah yang harus anda kerjakan adalah :

1. Lakukan observasi pada lokasi-lokasi yang potensial pengembangan budidaya perairan di sekitar sekolah anda !
2. Lakukan pengamatan dan wawancara pada masyarakat sekitar terhadap jenis biota air yang ada di lokasi tersebut dan permasalahan pengembangan budidaya perairan !
3. Lakukan pendataan hasil produksi perikanan di lokasi tersebut !
4. Lakukan pengamatan proses pemasaran hasil produksi perikanan !
5. Lakukan pengamatan proses pengolahan hasil produksi perikanan !
6. Lakukan pengamatan pemanfaatan hasil pengolahan perikanan tersebut terhadap pemenuhan kebutuhan manusia !
7. Lakukan pengambilan dokumentasi hasil pengamatan dan pencatatan hasil observasi !
8. Dapat dilakukan kegiatan yang sama pada lokasi budidaya perairan lainnya !

Tabel 3. Pengamatan potensi budidaya perairan

No	Indikator Pengamatan	Identifikasi kegiatan	Jenis Usaha/Produksi
1.	Sungai/waduk /tambak/ teluk/pantai dll …………………… …………	Potensi pengembangan : Perairan tawar/ payau/ laut ………………………	Jenis biota air yang dapat dikembangkan : 1. … 2. … 3. … 4. …
2.	Pengolahan hasil perikanan	Bahan baku pengolahan : Ikan/Krustacea/Moluska/Alga dll : ……………………	Hasil pengolahan : (Contoh: nugget, perhiasan, jelly dll) 1. … 2. … 3. …
3.	Pemasaran	Pemasaran benih/bahan baku/semi jadi/bahan jadi: …………………………	Tempat pemasaran : (Contoh : pembudidaya, pengolah, masyarakat dll) 1. … 2. … 3. …

Tabel 4. Pengamatan hasil produksi budidaya perairan

No	Materi yang diamati	Jumlah produksi	Luas lahan budidaya
1.	Budidaya ikan		
2.	Budidaya krustacea		
3.	Budidaya kerang (Moluska)		
4.	Budidaya rumput laut		
5.	Budidaya perairan lainnya (Contoh : Echinodermata, kodok dll)		

Tabel 5. Permasalahan pengembangan budidaya perairan

No	Materi yang diamati	Jenis permasalahan	Keterangan
1.	Lokasi Budidaya		
2.	Kualitas benih/bibit		
3.	Serangan hama penyakit		
4.	Aspek hukum		
5.	Permodalan		
6.	Pemasaran		

Isilah lembar pengamatan dengan benar dan bila terdapat kegiatan/keterangan lain yang tidak ada pada format dapat ditambahkan/dikembangkan sesuai hasil pengamatan. Setelah anda melaksanakan kegiatan pengamatan pada lokasi observasi, buatlah kesimpulan hasil eksplorasi tersebut pada format yang telah disediakan!

Mengasosiasikan/ Mengolah Informasi

Kesimpulan hasil eksplorasi **:**

1. Lokasi observasi/pengamatan : ……………………………………………………..
2. Potensi kegiatan budidaya perairan : ……………………………………………
   ……………………………………………………………………………………………
3. Jenis/produk yang dipasarkan : ……………………………………………………..
4. Hasil produksi :
   a. Ikan :
   b. Udang (Krustasea) :
   c. Kekerangan (Moluska) :
   d. Rumput laut (Alga) :
   e. Biota air lainnya :

Guru Mata Pelajaran Kelompok ….

(…………………………………….) (………………………………………..)

Mengkomunikasikan

Presentasikan hasil kerja kelompok anda di depan teman-teman. Apakah ada tanggapan / masukan / sanggahan dari hasil kerja kelompok anda.



3. Tugas

Setelah anda membaca dan mempelajari materi potensi dan peran budidaya perairan dengan baik , maka untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan anda, kerjakan tugas ini secara mandiri.

Buatlah (pilihlah salah satu dari tugas dibawah ini) :

a. Makalah yang berhubungan dengan materi yang berikan.
b. Power point yang berhubungan dengan materi yang berikan.
c. Melakukan pengamatan secara langsung pada lokasi kegiatan budidaya perairan , kemudian membuat laporan.

4. Tes Formatif

1) Pengertian perikanan yang tepat dari uraian dibawah ini yakni …
   a. Kegiatan eksploitasi dan eksplorasi sumberdaya alam menjadi bahan pangan oleh manusia untuk memperoleh keuntungan, secara maksimal dan berkelanjutan.
   b. Kegiatan pengelolaan sumber daya ikan dan lingkungannya mulai dari praproduksi, produksi, pengolahan dan pemasaran, dalam suatu sistem bisnis perikanan.
   c. Kegiatan pengolahan dan pemasaran hasil usaha pemanfaaatan sumberdaya alam secara tradisional, semi intensif dan intensif dengan suatu teknologi tepat guna.
   d. Kegiatan memperbanyak ikan dan mengolahnya untuk memanfaatankan potensi alam dan memenuhi kebutuhan manusia akan pangan sumber protein dan non pangan.

2) Berikutnya ini yang merupakan sumberdaya perikanan adalah …
   a. Udara, angin, hewan, fasiitas listrik dan manusia.
   b. Ikan, rumput laut, udang, kolam dan transportasi.
   c. Manusia, sumberdaya alam, teknologi dan biaya.
   d. Air, ikan, manusia fasilitas perikanan dan teknologi.

3) Yang termasuk potensi perikanan Indonesia terdiri dari …
   a. Budidaya laut, budidaya payau dan budidaya air tawar.
   b. Budidaya udang di air tawar, air payau da air laut.
   c. Perairan danau, rawa, aliran sungai dan pantai.
   d. Kolam tanah, keramba jaring apung dan tambak .

4) Uraian yang tepat di bawah ini untuk menjelaskan pentingnya meningkatkan produksi perikanan budidaya (akuakultur) adalah …
   a. Meminimalisir eksploitasi ikan di alam dan memperbanyak ikan secara alami.
   b. Perkembangan teknologi.
   c. Kebutuhan manusia akan makanan sehat dan konservasi sumberdaya ikan di perairan.
   d. Meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan melalui kegiatan penangkapan ikan.

5) Komoditas ekonomis penting yang dikembangkan dalam revitalisasi perikanan yakni …
   a. Ikan bawal, ikan patin dan ikan belut.
   b. Ikan tuna, udang dan rumput laut.
   c. Ikan catfish, kerang dan krustacea.
   d. Udang, rumput laut dan ikan bawal.

6) Penjelasan berikut ini merupakan penyebab menurunkan sumberdaya ikan di alam sehingga perlu pengembangan kegiatan budidaya perairan <u>kecuali</u>…
   a. Penangkapan ikan yang berlebihan (*over fishing*).
   b. Perkembangbiakan ikan dari satu keturunan.
   c. Perbanyakan ikan di alam (*restocking)*.
   d. Pencemaran perairan.

7) Hasil budidaya perairan yang umumnya digunakan sebagai bahan baku industri kosmetik, farmasi, tekstil adalah …
   a. Daging fillet ikan.
   b. Tepung rumput laut.
   c. Udang beku.
   d. Tiram mutiara.

8) Permasalahan primer dalam usaha budidaya perairan yakni …
   a. Sarana dan prasarana budidaya, sumberdaya manusia dan bahan baku perikanan.
   b. Persiapan budidaya, pelaksanaan budidaya dan pemasaran hasil budidaya.
   c. Lokasi budidaya, benih/bibit, serangan hama penyakit, dan aspek hokum.
   d. Tata ruang, permodalan usaha dan infrastruktur lokasi budidaya.

9) Permasalahan pemasaran hasil perikanan yang banyak terjadi di pembudidaya ikan adalah …
   a. Fluktuasi harga pasar tidak jelas.
   b. Meningkatkan standar mutu ikan.
   c. Teknologi budidaya yang tidak berkembang.
   d. Ukuran ikan konsumsi yang dibutuhkan konsumen.

10) Para pelaku usaha perikanan dan sumberdaya manusia yang terkait di dalamnya harus selalu memperhatikan konservasi sumberdaya ikan di perairan. Sebagaimana di atur dalam Undang – Undang yakni …
   a) UU No. 30 th. 2004.
   b) UU No. 31 th. 2004.
   c) UU No. 32 th. 2004.
   d) UU No. 29 th. 2004.

Kegiatan Belajar 3. Jenis-Jenis Komoditas Dan Karakteristik Komoditas Perairan Yang Memiliki Nilai Ekonomis Tinggi Baik Untuk Tingkat Lokal, Regional, Maupun Internasional

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini, peserta didik dapat :

a. Mengelompokkan jenis- jenis komoditas ekonomis penting.
b. Mengidentifikasi jenis-jenis biota air yang dapat menjadi komoditas ekonomis budidaya perairan.
c. Memahami karakteristik komoditas ekonomis budidaya perairan.
d. Mengidentifikasi jenis-jenis biota air yang telah terdomestikasi.

2. Uraian Materi

Komoditas perikanan yang akan dibudidayakan adalah biota perairan yang telah mengalami domestikasi dalam lingkungan budidaya. Domestikasi adalah pemindahan suatu organisme dari habitat lama ke habitat baru dalam hal ini manusia biasa memperoleh ikan, algae, *molluska, crustacea* dan lainnya dengan cara mengambil dari alam kemudian dipelihara dalam suatu lingkungan yang terbatas yaitu wadah budidaya. Domestikasi terdiri dari Domestikasi spesies dan Introduksi spesies.

Domestika spesies adalah menjadikan spesies liar (*wild species*) menjadi spesies akuakultur. Ada tiga tahapan domestikasi spesies liar, yaitu :

a. mempertahankan agar bisa tetap hidup (*survive*) dalam lingkungan akuakultur (wadah terbatas, lingkungan artifisial dan terkontrol).
b. menjaga agar tetap bisa tumbuh.
c. mengupayakan agar bisa berkembangbiak dalam lingkungan akuakultur.

Introduksi spesies adalah mendatangkan spesies akuakultur dari kawasan lain untuk meningkatkan jumlah jenis komoditas dan perbaikan genetis.

Tujuan introduksi spesies baru adalah untuk meningkatkan produksi akuakultur, mendatangkan biota ikan hias dan biota sebagai filter biologis. Beberapa pertimbangan untuk mengintroduksi spesies baru adalah :

a. spesies yang diintroduksi hendaknya sesuai dengan kebutuhan, tujuan introduksi juga harus jelas
b. tidak menyaingi spesies native yang bernilai sehingga menyebabkan menurunnya bahkan punahnya populasi spesies native tersebut
c. tidak terjadi kawin silang dengan spesies native sehingga menghasilkan hibrid yang tidak dikehendaki
d. spesies yang diintroduksi tidak ditunggangi oleh hama, parasit, atau penyakit yang mungkin bisa menyerang spesies native dan
e. spesies yang diintroduksikan dapat hidup dan berkembangbiak dalam keseimbangan dengan lingkungan barunya.

Suatu jenis biota air dalam sistem budidaya perairan dapat dikelompokkan berdasarkan tingkat domestikasinya menjadi empat tingkat yaitu :

a. Domestikasi sempurna, yaitu apabila seluruh siklus hidup biota air sudah dapat dipelihara di dalam sistem budidaya. Contoh beberapa jenis biota air asli Indonesia yang sudah terdomestikasi sempurna antara lain adalah ikan lele, ikan patin, ikan gurame, ikan baung , ikan kerapu, ikan bandeng, kerang mutiaradan udang windu.
b. Domestikasi dikatakan hampir sempurna apabila seluruh siklus hidupnya sudah dapat dipelihara di dalam sistem budidaya, tetapi keberhasilannya masih rendah. Ikan asli Indonesia yang terdomestikasi hampir sempurna antara lain adalah ikan betutu, balashark, kuda laut, abalone dan ikan arwana.
c. Domestikasi belum sempurna apabila baru sebagian siklus hidupnya yang dapat dipelihara di dalam sistem budidaya. Contohnya antara lain adalah ikan Napoleon, ikan hias laut, ikan tuna dan rumput laut.

d. Belum terdomestikasi apabila seluruh siklus hidupnya belum dapat dipelihara di dalam sistem budidaya.

Jenis-jenis komoditas budidaya perairan ekonomis tinggi yang sangat banyak mendorong perlunya pengelompokan komoditas tersebut untuk mempermudah pemilihan dan pengelolaan spesies secara berkelanjutan. Pengelompokan komoditas budidaya perairan bisa didasarkan kepada tujuan akuakultur, klasifikasi taksonomik, karakteristik morfologi dan biologi, jenis makanan (*food habits*), penyebaran geografis, habitat/media hidup, orientasi produk, tipe produk, harga, dan level pengembangan industri dan sebagainya.

Mengamati

1) Bentuklah kelompok peserta didik dalam jumlah 4 – 5 orang.
2) Lakukan kegiatan mencari informasi dari buku atau bahan ajar, internet, video dan lain-lain sehingga anda bisa memahami jenis-jenis komoditas dan karakteristik komoditas perairan yang memiliki nilai ekonomis tinggi.
3) Adapun informasi yang harus anda cari adalah :
   a) Pengelompokan komoditas ekonomis tinggi.
   b) Jenis komoditas ekonomis budidaya perairan.

Setelah anda mendapatkan informasi, lakukan diskusi antar kelompok dengan cara setiap kelompok bertukar informasi atau bertanya tentang jenis-jenis komoditas dan karakteristik komoditas perairan yang memiliki nilai ekonomis tinggi !



Menanya

1) Bandingkan informasi yang anda peroleh dengan informasi kelompok lain, dapat dimulai dengan proses pertanyaan sebagai berikut :
   a) Apa perbedaan kegiatan pembenihan dan pembesaran biota air ?
   b) Faktor apa yang menyebabkan adanya kegiatan budidaya air tawar, budaya air payau dan budidaya air laut ?
   c) Dapatkah beberapa komoditas dipelihara dalam satu wadah budidaya?
   d) Apa yang menyebabkan perbedaan tingkat insentifikasi budidaya perairan ?
   e) Jenis budidaya apa saja yang telah bernilai ekonomis penting !
2) Adakah perbedaan informasi dari yang anda peroleh ? Jika ada, sebutkan !
3) Tuliskan kesimpulan anda tentang pemilihan lokasi pembesaran kerang dan diserahkan pada guru !

.

a. Pengelompokan komoditas ekonomis tinggi

1) Pengelompokan berdasarkan tujuan budidaya perairan

Berdasarkan tujuan budidaya perairan, misalnya untuk konsumsi (produksi makanan) atau ikan hias, dikenal kelompok ikan konsumsi dan ikan hias. Selain untuk konsumsi dan ikan hias, tujuan akuakultur lainnya adalah konservasi (perbaikan stok alam dan pencegahan kepunahan), rekreasi, produksi ikan umpan, daur ulang bahan organik, dan bahan baku industri. Berdasarkan tujuan budidaya perairan tersebut maka dikenal kelompok ikan konservasi, ikan pancing, ikan umpan, biota filter biologis, dan ikan fillet. Kegiatan budidaya perairan bisa bertujuan untuk memproduksi benih (kegiatan pembenihan) dan induk ikan. Ikan yang dihasilkan dari kegiatan pembenihan tersebut disebut ikan benih (ikan stadia benih), sedangkan dari produksi induk disebut ikan induk (ikan stadia induk).

Kegiatan budidaya perairan secara umum dapat dibedakan sebagai berikut :

a) Berdasarkan daur hidup terdiri dari :
   - pembenihan (*breeding*).
   - pembesaran (*rearing/on growth.*)

b) Berdasarkan jenis habitat/media budidaya terdiri dari :
   - budidaya air tawar.
   - budidaya air payau.
   - budidaya laut.

c) Berdasarkan ragam spesies yang di pelihara terdiri dari :
   - beragam (*polyculture*).
   - satu ragam (*monoculture*).

d) Berdasarkan ragam jenis kelamin yang dipelihara terdiri dari :
   - monosex culture.
   - bisex culture.

e) Berdasarkan kondisi media budidaya terdiri dari :
   - budidaya di air tenang (*stagnan water*).
   - budidaya di air deras (*running water*).

f) Berdasarkan ragam wadah budidaya terdiri dari :
   - budidaya di Keramba Jaring Apung.
   - budidaya di keramba.
   - budidaya di kurungan/pen.
   - budidaya di aquarium.
   - rancing.

g) Berdasarkan tingkat intensifikasi terdiri dari :
   - ekstensif.
   - semi intensif.
   - Intensif.

h) Berdasarkan adanya kombinasi dengan kelompok hewan peliharaan lain terdiri dari :
   - Budidaya ikan dan ayam.
   - Budidaya ikan dan bebek.
   - Budidaya ikan dan domba.
   - Budidaya ikan dan padi (mina padi).
   - Budidaya ikan dan pohon bakau (*silvo fishery*).

i) Berdasarkan jenis komoditas yang dibudidayakan terdiri dari :
   - budidaya ikan.
   - budidaya udang/kepiting/lobster.
   - budidaya moluska meliputi :
     ✓gastropoda (keong, abalon).
     ✓pelesipoda (kerang mutiara).
     ✓cephalopoda (cumi-cumi).
   - budidaya teripang (echinodermata).
   - budidaya katak (bull frog).
   - budidaya penyu dan bulus.

- budidaya buaya.
- budidaya pakan alami meliputi :
  - ✓fitoplankton.
  - ✓zooplankton.
  - ✓cacing sutera.

2) Pengelompokkan berdasarkan klasifikasi taksonomi

Dalam ilmu biologi, taksonomi merupakan cabang ilmu yang mempelajari penggolongan atau sistematika makhluk hidup. Sistem yang dipakai adalah penamaan dengan dua sebutan, yang dikenal sebagai tata nama binomial atau *binomial nomenclature*, yang diusulkan oleh Carl von Linne (Latin: Carolus Linnaeus), seorang naturalis berkebangsaan Swedia yang memperkenalkan enam hierarki (tingkatan) untuk mengelompokkan makhluk hidup. Keenam hierarki (yang disebut takson) itu berturut-turut dari tingkatan tertinggi (umum) hingga terendah (spesifik) adalah :

- Phylum/Filum untuk hewan, atau Divisio/Divisi untuk tumbuhan
- Classis/Kelas,
- Ordo/Bangsa,
- Familia/Keluarga/Suku,
- Genus/Marga, dan
- Spesies (Jenis).

Dalam tatanama binomial, penamaan suatu jenis cukup hanya menyebutkan nama marga (selalu diawali dengan huruf besar) dan nama jenis (selalu diawali dengan huruf kecil) yang dicetak miring (dicetak tegak jika naskah utama dicetak miring) atau ditulis dengan garis bawah. Aturan ini seharusnya tidak akan membingungkan karena nama marga tidak boleh sama untuk tingkatan takson lain yang lebih tinggi. Perkembangan pengetahuan lebih lanjut memaksa dibuatnya takson baru di antara keenam takson yang sudah ada (memakai awalan

'super-' dan 'sub-'). Dibuat pula satu takson di atas Phylum, yaitu Regnum (secara harafiah berarti *Kingdom* atau Kerajaan) untuk membedakan Prokariota (terdiri dari Regnum Archaea dan Bacteria) dan Eukariota (terdiri dari Regnum Fungi atau Jamur, *Plantae* atau Tumbuhan, dan *Animalia* atau Hewan).

Hewan air dapat dikelompokan menjadi 2 kelompok yaitu berdasarkan ada tidaknya tulang belakang. Invertebrata (hewan yang tidak memiliki tulang belakang) dan Vertebrata (hewan yang memiliki tulang belakang).

a) Invertebrata Air

Hewan invertebrata air banyak sekali disekitar kita misalnya, bekicot, kerang, udang, dan cumi-cumi. Anggota hewan invertebrata mencapai 90% dari semua spesies hewan yang ada di darat maupun di air dengan ukuran tubuh yang bervariasi. Berikut ini kita akan membahas tentang beberapa anggota filum invertebrata.

(1) Filum *Porifera*

Porifera berasal darai kata porus (lubang-lubang kecil) dan fera (mengandung). Jadi, porifera berarti hewan yang memiliki pori. Porifera merupakan hewan metazoan paling sederhana yang memiliki banyak sel. Makanan porifera berupa plankton atau bahan organik yang masuk bersama air yang melewati pori. Porifera memiliki 3 tipe saluran air yaitu tipe askon, tipe sikon, dan tipe leukon/argon. Porifera bisa bereproduksi dengan cara aseksual dengan membentuk kuncup dan seksual. Filum porifera memiliki 3 kelas antaranya :

(1) Kelas *Calcarea*.

(2) Kelas *Hexactinellida*.

(3) Kelas *Demospongiae*.

(2) Filum *Coelenterata*.

Coelenterata berasal dai kata yunani , koilos (rongga) dan enteron(usus). Jadi, *Coelenterata* adalah hewan yang berongga. *Coelenterate* termasuk metazoan yang bersifat diploblastik, bentuk tubuh simetri radial, mulut dikelilingi oleh tentakel yang berfungsi untuk menangkap mangsa, alat gerak dan alat pertahanan. Reproduksi berlangsung secara aseksual dan seksual. *Coelenterate* dapat digolongkan menjadi tiga kelas yaitu

(a) Kelas *Hyrdozoa*.
(b) Kelas *Scyphozoa*.
(c) Kelas *Anthozoa*.

(3) Filum *Platyhelminthes*

Platyhelminthes merupakan kelompok cacing yang tubuhnya berbentuk pipih (*platy* = pipih, *helminthes* = cacing). Cacing pipih merupakan hewan triploblastik aselomata. Hewan ini tidak memiliki system peredaran darah dan respirasi, alat pencernaannya tidak sempurna dan alat ekskresinya berupa sel api. Filum *Platyhelminthes* dikelompokan menjadi 3 kelas yaitu:

(a) Kelas *Turbellaria* (cacing bersilia/berbulu getar).
(b) Kelas *Trematoda* (cacing isap).
(c) Kelas *Cestoda* (cacing pita).

(4) Filum *Nemahelminthes*

Filum *Nemathelminthes* merupakan hewan triploblastik *pseudoselomata*. Nama *nemathelminthes* berasal dari bahasa yunani (*nematos* = benang, *helminthes* = cacing). Anggota kelompok cacing ini memiliki tubuh bulat panjang dan tidak bersegmen. Oleh sebab itu, cacing benang dikenal juga dengan cacing gilik. Pada umumnya permukaan tubuh cacing gilik ditutupi oleh lapisan kutikula.

(5) Filum *Annelida*

Kata *annelida* berasal dari bahasa yunani, yaitu *annulus* yang berarti gelang atau segmen . Jadi *annelida* dapat diartikan sebagai cacing yang bertubuhnya bersegmen-segmen menyerupai cincin/gelang. Filum *annelida* memiliki tiga lapisan dinding tubuh (triploblastik). Cacing ini memilki sistem peredaran darah tertutup, sistem saraf, sistem pencernaan, sistem reproduksi, sistem ekskresi dan sistem pernapasan. Sisa metabolisme diekskresikan melalui nefridium dan pernapasan biasa dilakukan oleh seluruh permukaan tubuhnya. Filum *Annelida* dapat dikelompokan menjadi 3 kelas yaitu :

(a) Kelas *Polychaeta*.
(b) Kelas *Oligochaeta*.
(c) Kelas *Hirudinea*.

(6) Filum *Mollusca*

Nama filum *Mollusca* berasal dari bahasa latin, *mollus* berarti lunak. Jadi *mollusca* berarti hewan yang bertubuh lunak. *Mollusca* termasuk hewan triploblastik. Filum *Mollusca* memiliki tubuh lunak, simetri bilateral, dan tidak beruas-ruas. Memiliki mantel yang dapat membuat cangkang dari bahan $CaCO_3$ dan kelenjar lendir. Bersifat kosmopolit, memiliki sistem pencernaan, sistem peredaran darah, sistem ekskresi, sistem saraf, sistem reproduksi dan sistem otot. Alat-alat tersebut dibungkus oleh mantel yang terbuat dari jaringan khusus. Filum *Mollusca* dapat dikelompokkan menjadi 5 kelas yaitu:

(a) Kelas *Amphineura*.
(b) Kelas *Gastropoda*.
(c) Kelas *Pelecypoda*.

(d) Kelas *Scaphopoda*.

(e) Kelas *Cephalopoda*

(7) Filum *Arthropoda*

Nama Filum *Arthropoda* berasal dari kata *arthros* = ruas, *podos* = kaki. Jadi, *arthropoda* adalah hewan yang memiliki kaki yang beruas-ruas. Arthropoda merupakan hewan triploblastik selomata, tubuhnya simetris bilateral dan terbungkus oleh zat kitin. *Arthropoda* memiliki sistem pencernaan yang sempurna, sistem peredaran darahnya terbuka, bernafas dengan trakea, insang, paru-paru buku atau melalui seluruh permukaan tubuhnya. Sisa metabolismenya diekskresikan melalui pembuluh malpighi dan reproduksinya dilakukan secara aseksual dan seksual. *Arthropoda* dikelompokkan menjadi 5 kelas yaitu:

(a) Kelas *Crustacea.*

(b) Kelas *Insecta*.

(c) Kelas *Diplopoda*.

(d) Kelas *Chilopoda*.

(e) Kelas *Arachnida*.

(8) Filum *Echinodermata*

Nama Filum *Echinodermata* berasal dari kata yunani *echinos* (duri) dan *derma* (kulit). Jadi, *echinodermata* berarti hewan yang memiliki kulit berduri. *Echinodermata* termasuk hewan triploblastik selomata, semua anggotanya hidup di laut. Bentuk tubuhnya pada saat dewasa simetris radial, sedangkan larvanya berupa simetris bilateral. Saluran pencernaan sederhana dan ada beberapa jenis yang tidak memiliki anus.

Echinodermata dapat dikelompokkan atas 5 kelas yaitu:

(a) Kelas *Asteroidea* (bintang laut).

(b) Kelas *Echinoidea* (landak laut).

(c) Kelas *Ophiuroidea* (bintang ular).

(d) Kelas *Crinoidea* (lilia laut).

(e) Kelas *Holothuroidea* (mentimun laut atau teripang).

(9) Filum *Chordata*

Hanya sedikit sekali anggota Filum *Chordata* yang memiliki notokorda yang tidak tergantikan dengan tulang punggung. Lanselet dan tunikata merupakan contoh *chordata* invertebrata.

b) Vertebrata Air

Vertebrata adalah kelompok hewan yang memiliki tulang belakang mereka umumnya memiliki tubuh simetri bilateral, rangka dalam, dan berbagai alat tubuh. Vertebrata telah memiliki alat tubuh yang lengkap antara lain sebagai berikut:

(1) sistem pencernaan memanjang dari mulut hingga anus.

(2) sistem peredaran darah tertutup.

(3) alat ekskresi berupa ginjal.

(4) alat pernafasan berupa paru-paru atau insang.

(5) sepasang alat reproduksi dikanan dan dikirif. sistem endokrin yang berfungsi menghasilkan hormon.

(6) sistem saraf yang terdiri dari sistem saraf pusat (otak dan sumsum tulang belakang) serta susunan saraf tep (serabut saraf).

Vertebrata air dikelompokan atas beberapa kelas:

(1) *Chondrichthyes*, merupakan kelompok ikan bertulang rawan. Mereka antara lain hiu, ikan pari. Kelompok ikan ini memiliki tipe sisik *tlakoid* dan *glanoid*.

(2) *Osteichthyes*, merupakan kelompok ikan bertulang sejati. Contoh kelompok ikan tersebut adalah ikan salmon dan ikan belut.

(3) *Amphibia*, merupakan kelompok hewan yang dapat hidup diair dan didarat. Larva biasa hidup diair dan bernafas dengan menggunakan insang. Dewasanya hidup didarat dan bernafas dengan paru-paru.

3) Pengelompokan berdasarkan jenis makanan

Pakan yang dimakan oleh ikan dikelompokkan menjadi golongan tanaman, hewan, atau campuran. Pakan campuran adalah gabungan antara golongan hewan dengan tanaman atau pakan selain golongan hewan atau tanaman, seperti sampah, detritus, dan bangkai. Berdasarkan kepada jenis pakannya, komoditas budidaya perairan secara alamiah dikelompokan kedalam 3 golongan, yaitu herbivora, omnivora, dan karnivora. Namun demikian, pengelompokan ini tidak kaku, melainkan bersifat fleksibel. Di lingkungan budidaya perairan, melalui pelatihan makan (*weaning*), spesies tersebut ternyata bisa menerima apapun jenis dan bentuk pakan yang diberikan. Sebagai contoh, kerapu yang masuk ke dalam golongan ikan *karnivora* (pemakan daging segar atau pakan hidup) ternyata sudah bisa mengonsumsi pakan dalam bentuk pelet kering.

a) Herbivora

Golongan *herbivora* adalah spesies akuakultur dengan makanan utamanya berupa tanaman (nabati). Contohnya adalah ikan Gurami sebagai pemakan daun (makrofita); kowan dan tawes sebagai pemakan rumput (makrofita); ikan mola dan tambakan sebagai pemakan fitoplankton (mikrofita); bandeng sebagai pemakan klekap;

serta sepat sebagai pemakan fitoplankton atau perifiton. Klekap adalah koloni makanan alami yang terdiri dari lumut, perifiton, dan benthos yang tumbuh didasar tambak. Spesies herbivora pemakan fitoplankton disebut pula sebagai *herbivor microfiltering* (fitofagus).

b) *Karnivora*

Golongan *karnivora* adalah spesies akuakultur pemakan daging (hewani) sehingga spesies ini disebut ikan predator. Contohnya adalah kerapu, kakap putih, betutu, belut, udang, dan lobster. Dalam akuakultur, ikan predator diberi pakan berupa ikan rucah segar atau memangsa ikan lainnya dan ikan liar yang berukuran lebih kecil. Umumnya, spesies predator relatif sulit menerima pakan buatan, antara lain berupa pelet. Kerapu dan kakap putih sudah bisa menerima pakan pelet melalui serangkaian pembelajaran makan.

c) *Omnivora*

Golongan *omnivora* adalah spesies akuakultur yang bisa makan segala jenis makanan. Makanan yang dikonsumsi spesies ini bisa sebagian besar dari kelompok nabati sehingga disebut ikan *omnivora* yang cenderung *herbivora*. Spesies golongan ini juga mengonsumsi makanan yang sebagian besar dari kelompok hewani sehingga disebut ikan *omnivora* yang mengarah ke *karnivora*. Selain itu, spesies golongan ini juga bisa mengonsumsi makanan dan kelompok bahan organik yang sedang dalam proses pembusukan sehingga disebut *scavenger feeder*, dari kelompok sampah organik (detritus) sehingga disebut *detritur feeder*.

4) Pengelompokan berdasarkan penyebaran geografis

Penyebaran geografis dari spesies budidaya perairan disebabkan oleh kebutuhan biologis organisme terhadap lingkungan dan daya adaptasi. Hal ini bisa menyebabkan suatu spesies berbeda kehidupannya secara geografis. Perbedaan geografis tersebut dapat ditentukan berdasarkan topografi dan garis lintang.

Berdasarkan topografi, spesies budidaya perairan terdiri dari :

a) Ikan-ikan dataran tinggi – sedang.
b) Ikan-ikan dataran rendah.

Berdasarkan garis lintang, spesies budidaya perairan terdiri dari:

a) Ikan tropis.
b) Ikan subtropics.
c) ikan daerah dingin (*cold water fin fish*).
d) ikan daerah hangat (*warm water fin fish*).

5) Pengelompokan berdasarkan habitat atau media hidup

Berdasarkan habitatnya, komoditas akuakultur dikelompokkan menjadi spesies air tawar, air payau, dan air laut. Spesies air tawar berasal dan biasa hidup di lingkungan air tawar seperti sungai, saluran irigasi, danau, waduk, rawa, dan sebagainya. Sementara spesies ikan air payau dan laut berasal dan biasa hidup di lingkungan air payau dan laut seperti muara sungai, pantai, paluh, rawa payau, dan laut. Beberapa komoditas terutama spesies yang bersifat euryhaline, ternyata bisa dibudidayakan di luar habitat alaminya. Contoh ikan-ikan demikian ini adalah kakap putih dan rumput laut *Gracilaria* sp. yang sudah bisa dibudidayakan di tambak yang memiliki lingkungan payau, nila juga bisa dibudidayakan dalam jaring apung di laut, bandeng yang dibudidayakan di dalam jaring apung di perairan waduk, dan udang windu yang dibudidayakan di sawah yang memiliki lingkungan air tawar. Pengelompokkan spesies

budidaya perairan dapat dibedakan habitat, kemampuan adaptasi, tempat hidup pada kolom air, kategori makanan dan cara makan spesies tersebut.

Berdasarkan habitat, spesies budidaya perairan terdiri dari :

a) ikan air tawar.
b) ikan air payau.
c) ikan air laut.

Berdasarkan kemampuan adaptasinya terhadap salinitas, spesies budidaya perairan terdiri dari :

a) *stenohalin*.
b) *euryhalin*.

Berdasarkan tempat hidupnya pada kolom air, spesies budidaya perairan terdiri dari :

a) ikan *pelagis*.
b) ikan *benthos*.

Berdasarkan kategori makanannya, spesies budidaya perairan terdiri dari :

a) ikan *karnivora*.
b) ikan *herbivore*.
    (1) makro plant
    (2) fito plankton
c) ikan *omnivore*.

Berdasarkan cara makannya, spesies budidaya perairan terdiri dari :

a) ikan pemangsa (predator).
b) ikan penyaring makanan (*filter feeder*).
c) ikan pencabik makanan (*graser*).
d) ikan parasit.

6) **Pengelompokan berdasarkan orientasi pasar produk**

Tampaknya terdapat hubungan antara jenis etnis di masyarakat dengan kesukaan (prefensi) mengonsumsi jenis ikan tertentu. Masyarakat Jawa Barat menyukai ikan mas, demikian pula masyarakat Sumatera Utara. Masyarakat dari golongan etnis Cina umumnya menyukai ikan laut, seperti kerapu, kakap putih, dan nopoleon. Demikian pula masyarakat Sulawesi Selatan menyukai ikan laut. Faktor prefensi turut menentukan arah/orientasi pemasaran suatu produk budidaya perairan di suatu daerah.

Pengelompokan komoditas budidaya perairan sering kali didasarkan pada orientasi pasar dari produk yang dihasilkan. Terdapat sedikitnya tiga orientasi pasar produk akuakultur, yaitu domestik (lokal), ekspor, dan antar pulau. Pasar domestik berlokasi di wilayah tempat produk akuakultur tersebut dihasilkan.

7) **Pengelompokan berdasarkan tipe produk**

Produk akuakultur untuk konsumsi biasanya dijual dalam kondisi hidup atau segar maupun olahan.

a) Produk Hidup

Harga ikan hidup lebih tinggi dibandingkan ikan segar. Sementara, ikan segar memiliki harga yang bervariasi tergantung pada tingkat kesegarannya. Contoh komoditas akuakultur yang umumnya dijual hidup adalah ikan mas, lele, kerapu, dan gurami. Ketika dijual atau diangkut komoditas tersebut harus disertai media/habitat hidupnya sehingga menjadi roluminous (memerlukan tempat yang luas) dan beresiko.

b) Produk Segar

Ikan yang dijual dalam kondisi segar, tingkat kesegarannya dipertahankan dengan menurunkan suhu produk hingga -20^{O}C

menggunakan es, cool box, atau refrigerator. Dengan penurunan suhu demikian, perombakan ikan oleh bakteri dapat dikurangi sehingga proses pembusukan dapat dihambat. Contoh komoditas akuakultur yang biasanya dijual dalam keadaan segar adalah udang windu, udang vanamei, udang biru, bandeng, dan tawes. Tergantung pada selera konsumen dan jarak / waktu pengangkutan, beberapa komoditas dijual dengan dua kondisi tersebut, hidup atau segar seperti nila, mujair, dan patin.

c) Produk Olahan

Beberapa komoditas akuakultur diolah terlebih dahulu sebelum dijual. Terdapat beberapa tingal (level) pengolahan, mulai dari yang sederhana hingga rumit. Contohnya adalah pengeringan, pengasinan, filleting, atau deboning yang dilanjutkan dengan pembekuan, hingga pengalengan. Rumput laut merupakan contoh klasik komoditas akuakultur yang dijual dalam bentuk olahan sederhana. Rumput laut dijual dalam kondisi kering (kadar air sekitar 20-30%). Nila dan Patin merupakan contoh komoditas akuakultur yang dipasarkan setelah melalui proses filleting dan deboning yang dilanjutkan dengan pembekuan. Pengolahan pascapanen komoditas akuakultur bisa meningkatkan harga produk, bahkan melebihi harga produk hidup.

8) Pengelompokan Berdasarkan Harga

Komoditas akuakultur dapat juga dikelompokkan berdasarkan harganya pada saat mencapai ukuran pasar (*marketable size*), yaitu golongan ikan mahal, sedang, dan murah. Harga umumnya terbentuk karena mekanisme pasar antara penawaran (*supply*) dan permintaan (*demand*). Ketika suplai terbatas sementara permintaan tinggi maka terbentuk harga produk yang mahal. Sebaliknya, ketika suplai melimpah sementara permintaan sedikit maka harga akan jatuh.

Selain mekanisme pasar, harga suatu komoditas budidaya perairan juga ditentukan oleh sifat dari produk tersebut antara lain sebagai berikut :

a) Spesies predator (ikan karnivora) umumnya lebih mahal karena dalam memproduksinya menggunakan pakan dengan bahan baku protein yang lebih dominan (konversi protein ke protein), sedangkan ikan omnivora apalagi herbivora relatif murah karena mengonversi karbohidrat ke protein.
b) Tipe produk, ikan hidup relatif mahal dibandingkan dengan ikan segar karena habitat hidup produk yang harus selalu ada dalam setiap pengangkutan dan transaksi penjualan serta resiko kematian merupakan bagian dari biaya produksi dan itu dibebankan kepada konsumen sebagai harga.
c) Komoditas yang lambat tumbuh umumnya memiliki harga yang lebih tinggi. Sifat dari komoditas akuakultur tersebut di atas berkaitan langsung dengan biaya produksi

9) Pengelompokan berdasarkan tingkat pengembangan komersial

Tingkat pengembangan komersial komoditas budidaya perairan tidak sama. Terdapat empat tingkat pengembangan komersial budidaya perairan, yaitu industri komersial, industri yang baru tumbuh, skala pilot, dan sebagai besar teknologi yang belum tersedia. Komoditas budidaya perairan yang telah mencapai tingkat pengembangan komersial dicirikan oleh fasilitas produksi dan teknologi yang sudah mantap, profitable market, dan kontinu dalam penjualan. Pada tingkat ini riset yang dibutuhkan mencakup perbaikan produk, efisiensi produksi, dan pemasaran yang efektif. Industri yang baru tumbuh masih membutuhkan riset beberapa aspek produksim pemasaran, dan kelembagaan. Pada tingkat skala pilot, upaya-upaya yang ditujukan untuk memecahkan masalah yang muncul ketika skala tersebut ditingkatkan. Pada tingkah yang paling rendah, masih banyak teknologi yang perlu dicari dan

dimantapkan, terutama teknologi reproduksi, pemeliharaan larva, nutrisi dan pemberian pakan, sistem produksi, dan sebagainya,

Tingkat 3 dan tingkat 4 sebaiknya dikerjakan oleh lembaga penelitian dan perguruan tinggi yang relevan dan kompeten di bidang budidaya perairan. Tugas institusi tersebut adalah mencari dan mengembangkan spesies sehingga bisa menjadi kandidat komoditas akuakultur andalan melalui penyediaan iptek dan sumberdaya manusia yang bisa dimanfaatkan oleh pelaku usaha budidaya perairan.

b. Jenis – Jenis Komoditas Ekonomis Budidaya Perairan

Ragam komoditas ekonomis budidaya perairan Indonesia berupa produksi ikan air tawar (44,01 persen), produksi siput-siputan/kerang (23,19), produksi tanaman air (21,37), ikan diadromus (4,84), udang-udangan (3,97), ikan laut (1,98), serta golongan hewan air lainnya (0,28). Berdasarkan data FAO 2004, Asia menyumbang hasil terbanyak 94,37 persen (China memberi kontribusi sebesar 71,2 persen dari total produksi dunia), disusul Amerika Selatan (1,77), Eropa (1,53), Amerika Serikat (1,42), Amerika Utara (0,47), negara-negara bekas kesatuan Uni Soviet (0,23), dan Afrika (0,21).

Komoditas yang berperan menjadi unggulan, di antaranya pertama, komoditas untuk kebutuhan dalam negeri, yaitu bandeng, nila, patin, baung, lele, mas, gurami, nilem, udang galah, udang vaname, udang windu, dan ikan hias. Kedua, komoditas untuk ekspor, seperti udang vaname, udang windu, udang galah, lobster air tawar, kepiting, rajungan, kerapu, baronang, kakap, nila, patin, teripang, abalone, ikan hias, mutiara, dan rumput laut. Ketiga, komoditas untuk bioenergi, di antaranya micro algae (fitoplankton) dan macro algae (rumput laut). Keempat, komoditas untuk industri farmasi, kosmetik, dan industri lainya, seperti rumput laut dan beberapa jenis invertebrata (*bryozoa, echinoderm, sea urchins, sea cucumbers*).

Berdasarkan UU Perikanan No.31/2004, jenis budidaya perairan yang dapat terdomestikasi dan memiliki nilai ekonomis tinggi terdiri dari kelas :

1) *Pisces* (ikan bersirip)

   Contoh komoditas akuakultur dari golongan ikan adalah :

   a) Ikan mas (*Cyprinus carpio*).
   b) Ikan nila (*Oreochromis niliticus*).
   c) Ikan lele (*Clarias sp*).
   d) Ikan gurame (*osphronemus gouramy*).
   e) Ikan patin (*Pangosius sp*).
   f) Ikan kerapu macan (*Epinephelus fusguttatus*).
   g) Ikan kerapu bebek (*Cromiletes altivelis*).
   h) Ikan kakap putih (*Lates calcarifer*).
   i) Ikan bandeng (*chanos chanos*).



Gambar 8. Budidaya ikan air tawar
(Ikan Mas, Ikan Gurame dan Ikan Lele



Gambar 9. Budidaya ikan air payau dan laut
(Ikan Kerapu, Ikan Kakap dan Ikan Bandeng)



Gambar 10. Budidaya ikan hias
(Ikan Cupang, Ikan Manvis, Ikan Diskus)

2) *Krustacea* (udang, rajungan, kepiting, dan sebangsanya)

Contoh komoditas akuakultur dari golongan udang adalah :

a) Udang windu (*Paneos monodon*).

b) Udang vanamei (*Litopaneus vannamei*).

c) Udang bru (*Panaeus stylostris*).

d) Udang putih (*Panaeus japonicus*).

e) Udang galah crobrach tawar (*Macrobrachium rasenbergit*).

f) Udang cerax (*Cherax sp*).

g) Udang lobster (*Homarus sp*).

h) Kepiting bakau (*Scylla serrata*).





Gambar 11. Komoditas krustacea (Kepiting, udang windu, lobster)

3) *Mollusca* (kerang, tiram, cumi-cumi, gurita, siput, dan sebangsanya)

Contoh komoditas akuakultur dari golongan moluska adalah :

a) Kerang mutiara (*Pinctada maxima*).

b) Abalone (*Heliotis* sp.)

c) Kerang hijau (*Mytilus* sp.)

d) Kerang darah (*Anadara* sp.)



Gambar 12. Budidaya kekerangan/moluska
(*Abalone asinina* dan *Pinctada maxima, Mytilus* sp dan *Anadara* sp)

4) *Echinodermata* (tripang, bulu babi, dan sebangsanya)

Contoh komoditas akuakultur dari ekinodermata adalah Teripang (*Holothuria* sp.) yang memiliki nama perdagangan *sea cucumber.*



Gambar 13. Teripang (*holothuria scabra*)

5) *Amphibia* (kodok dan sebangsanya)

Contoh komoditas akuakultur dari amphibia adalah :



Gambar 14. Kodok bulfrok

6) Algae (rumput laut dan tumbuh-tumbuhan lain yang hidupnya di dalam air)

   a) Contoh mikroalga/fitoplanton adalah *Chlorella* sp. Umumnya berupa makanan alami bagi komoditas akuakultur lainnya, terutama untuk larva dan benih, kecuali yang telah menjadi makanan kesehatan manusia.

   b) Contoh makroalga adalah rumput laut.

      Jenis rumput laut yang potensial untuk dikembangkan produksinya adalah *Eucheuma cottonii* dan *Eucheuma spinosum*, *Gracilaria verrucosa, Gelidium spp, Sargasssum spp* dan *Turbinaria spp*.

7) Biota perairan lainnya yang ada kaitannya dengan jenis-jenis tersebut di atas. Komodits akuakultur yang sekarang sedang giat diusahakan adalah koral. Biota ini selain untuk tujuan perdagangan, juga untuk konservasi terumbu karang.

Pemilihan spesies untuk akuakultur didasarkan kepada pertimbangan karakteristik biologi, dan pasar serta sosial ekonomi.

a) Pertimbangan biologi

Meliputi reproduksi, fisiologi, tingkah laku, morfologi, ekologi dan distibusi biota yang akan dikembangkan sebagai komoditas akuakultur. Beberapa pertimbangan biologi tersebut adalah :

(1) Kemampuan memijah dalam lingkungan bubidaya dan memijah secara buatan.
(2) Ukuran dan umur pertama kali matang gonad.
(3) Fekunditas.
(4) Laju pertumbuhan dan produksi.
(5) Tingkat trofik.
(6) Toleransi terhadap kualitas air dan daya adaptasi.
(7) Ketahanan terhadap stres dan penyakit.
(8) Kemampuan mengonsumsi pakan buatan.
(9) Konversi pakan.
(10) Toleransi terhadap penanganan.
(11) Dampak terhadap lingkungan.

b) Pertimbangan ekonomi dan pasar

Pertimbangan konomi dan pasar lebih penting daripada pertimbangan biologi dalam memilih spesies untuk dikulturkan. Pertimbangan ekonomi dan pasar dalam memilih spesies mencakup beberapa hal, antara lain :

(1) Permintaan pasar.
(2) Harga dan keuntungan.
(3) Sitem pemasaran (marketing).
(4) Ketersediaan sarana dan prasarana produksi dan.
(5) Pendapatan masyarakat.

Mengeksplorasi/Eksperimen

Lakukan observasi dan identifikasi jenis-jenis komoditas dan karakteristik komoditas perairan yang memiliki nilai ekonomis tinggi baik untuk tingkat lokal, regional, maupun internasional disekitar lingkungan sekolah anda. Obyek observasi yang dilakukan adalah:

a) Jenis – jenis biota air yang ada di sekitar sekolah
b) Habitat hidup jenis – jenis biota air tersebut
c) Jenis – jenis biota air yang telah dibudidayakan sesuai tingkat domestikasinya.
d) Jenis – jenis produk hasil perikanan

Alat-alat atau bahan yang harus disediakan :

1. Sumber belajar (buku, internet, sungai/danau/perairan lainnya, lokasi/tempat budidaya perairan, pasar/swalayan dll).
2. Kamera.
3. Alat tulis menulis.

Langkah-langkah yang harus anda kerjakan adalah :

1. Lakukan kegiatan identifikasi terhadap jenis biota air yang ditemukan dari lokasi observasi !
2. Lakukan pendataan biota air yang ditemukan dan dipisahkan sesuai tingkat domestikasinya !
3. Lakukan pengelompokkan komoditas perikanan tersebut berdasarkan pertimbangan biologi, ekonomi dan pasar !
4. Lakukan klasifikasi taksonomi biota air tersebut sehingga diperoleh jenis-jenis komoditas dalam satu kelas yang sama sesuai karakteristiknya !

5. Lakukan pengambilan dokumentasi hasil pengamatan dan pencatatan hasil observasi !
6. Dapat dilakukan kegiatan yang sama pada lokasi budidaya perairan lainnya !

Tabel 6. Pengamatan observasi dan identifikasi komoditas ekonomis

No	Materi yang diamati	Jenis Biota Air	Habitat	Tingkat Domestikasi nya
1.	Jenis Ikan	1. ...		
		2. ...		
2.	Jenis *Krustasea*	1. ...		
		2. ...		
3.	Jenis Kerang (*Moluska*)	1. ...		
		2....		
4.	Jenis rumput laut	1....		
		2....		
5.	Jenis biota air lainnya	1....		
		2....		

Isilah lembar pengamatan dengan benar dan bila terdapat kegiatan/keterangan lain yang tidak ada pada format dapat ditambahkan/dikembangkan sesuai hasil pengamatan. Setelah anda melaksanakan kegiatan pengamatan pada lokasi observasi, buatlah kesimpulan hasil eksplorasi tersebut pada format yang telah disediakan !

Mengasosiasikan/ Mengolah Informasi

Kesimpulan hasil eksplorasi **:**

1. Jenis biota air terdomestikasi sempurna :

   ………………………………………………………………………………………

   ………………………………………………………………

2. Jenis biota air terdomestikasi hampir sempurna:

   ………………………………………………………………………………………

   ………………………………………………………………

3. Jenis biota air terdomestikasi belum sempurna:

   ………………………………………………………………………………………

   ……………………………………………………………..

4. Jenis biota air belum terdomestikasi :

   ………………………………………………………………………………………

   ………………………………………………………………

5. Produk hasil perikanan :

   ………………………………………………………………………………………

   ………………………………………………………………

Guru Mata Pelajaran   Kelompok ….

(……………………………………)   (………………………………………..)

Mengkomunikasikan

Presentasikan hasil kerja kelompok anda di depan teman-teman. Apakah ada tanggapan / masukan / sanggahan dari hasil kerja kelompok anda.



3. Tugas

Setelah anda membaca dan mempelajari materi jenis-jenis komoditas dan karakteristik komoditas perairan yang memiliki nilai ekonomis tinggi baik untuk tingkat lokal, regional, maupun internasional dengan baik , maka untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan anda, kerjakan tugas ini secara mandiri.

Buatlah (pilihlah salah satu dari tugas dibawah ini) :

a. Makalah yang berhubungan dengan materi yang berikan.

b. Power point yang berhubungan dengan materi yang berikan.

c. Melakukan pengamatan secara langsung pada lokasi kegiatan budidaya perairan , kemudian membuat laporan.

4. Refleksi

Petunjuk :

a. Tuliskan nama anda dan materi dari kompetensi dasar yang telah anda selesaikan pada lembar tersendiri
b. Tuliskan jawaban pada pertanyaan pada lembar refleksi !
c. Kumpulkan hasil refleksi pada guru anda !

LEMBAR REFLEKSI

1) Bagaimana kesan anda setelah mengikuti pembelajaran ini?
....
....
....
2) Apakah anda telah menguasai materi pembelajaran ini? Jika ada materi yang belum dikuasai tulis materi apa saja.
....
....
....
3) Manfaat apa yang anda peroleh setelah menyelesaikan pelajaran ini?
....
....
....
....
....
4. Apa yang akan anda lakukan setelah menyelesaikan pelajaran ini?
....
....
....
5. Tuliskan secara ringkas apa yang telah anda pelajari pada kegiatan pembelajaran ini!
....
....
....
....
....

5. Tes Formatif

1) Pengertian domestika spesies adalah....
   a) Menjadikan spesies liar (*wild species*) menjadi spesies akuakultur
   b) Menjadikan spesies liar (*wild species*) menjadi spesies jinak
   c) Menjadi akuakultur menjadi spesies liar (*wild species*)
   d) Menjadikan spesies baru dalam akuakultur

2) Yang bukan merupakan tahapan domestikasi spesies liar adalah ….
   a) Mempertahankan agar bisa tetap hidup (survive) dalam lingkungan akuakultur
   b) Menjaga agar tetap tumbuh
   c) Mengupayakan agar bisa berkembangbiak dalam lingkungan akuakultur
   d) Meningkatkan produksi akuakultur

3) Yang bukan termasuk kegiatan budidaya perairan adalah...
   a) Pemilihan lokasi dan penangkapan ikan di alam
   b) Beragam (*polyculture*) dan satu ragam (*monoculture*)
   c) Pembenihan (*breeding*) dan pembesaran (*rearing/on growth*)
   d) Budidaya air tawar, budidaya air payau dan budidaya laut

4) Berdasarkan tingkat intensifikasi, kegiatan budidaya perairan terdiri dari ...
   a) Budidaya air tenang dan kolam air deras
   b) Budidaya *polykulture* dan monoculture
   c) Budidaya Ekstensif, semi intensif dan intensif
   d) Budidaya di keramba jaring apung dan akuarium

5) Dalam mengintroduksi spesies baru perlu dipertimbangkan.…

a) Sumber air yang memadai

b) Sumber pakan yang optimal

c) Spesies yang di introduksi cepat berkembang biak

d) spesies yang diintroduksi hendaknya sesuai dengan kebutuhan perikanan

6) Apabila seluruh siklus hidup biota air sudah dapat dipelihara di dalam sistem budidaya merupakan tingkat domestikasi …

a) Domestikasi dikatakan hampir sempurna

b) Domestikasi sempurna

c) Domestikasi belum sempurna

d) Belum terdomestikasi

7) Yang termasuk dalam golongan molusca adalah...

a) ikan

b) siput

c) teripang

d) bulu babi

8) Yang termasuk dalam kelas *echinodermata* adalah ....

a) Bulu Babi

b) Ikan

c) Cumi Cumi

d) Siput

9) Berikut merupakan dasar pertimbangan pemilihan spesies budidaya perairan <u>kecuali</u> ...

a) Pertimbangan tenaga kerja

b) Pertimbangan biologi

c) Pertimbangan pasar

d) Pertimbangan sosial ekonomi

10) Tingkat pengembangan komersial budidaya perairan yang paling rendah terdiri dari…

a) Modifikasi wadah budidaya, treatment air dan penanggulangan penyakit

b) Laju pertumbuhan, teknik pemanenan dan penjualan hasil budidaya

c) Teknologi reproduksi, pemelihsaraan benih dan pemberian pakan

d) Pengolahan perikanan, target pasar dan strategi pemasaran

C. Penilaian

1. Sikap

<table>
<tr><th rowspan="2">Indikator</th><th colspan="3">Penilaian</th></tr>
<tr><th>Teknik</th><th>Bentuk Instrumen</th><th>Butir Soal/Instrumen</th></tr>
<tr><td>Sikap
2.1 Nilai Sikap
• Menampilkan perilaku rasa ingin tahu dalam melakukan observasi
• Menampilkan perilaku obyektif dalam kegiatan observasi
• Menampilkan perilaku jujur dalam melaksanakan kegiatan observasi</td><td>Non Tes</td><td>Lembar Observasi Penilaian sikap</td><td>1.Rubrik Penilaian Sikap
<table>
<tr><th rowspan="2">No</th><th rowspan="2">Aspek</th><th colspan="4">Penilaian</th></tr>
<tr><th>4</th><th>3</th><th>2</th><th>1</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Menanya</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Mengamati</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>Menalar</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>4</td><td>Mengolah data</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>5</td><td>Menyimpulkan</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>6</td><td>Menyajikan</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
Kriteria Terlampir</td></tr>
<tr><td>2.2 Nilai Diskusi
• Mengompromikan hasil observasi kelompok
• Menampilkan hasil kerja kelompok
• Melaporkan hasil diskusi kelompok</td><td>Non Tes</td><td>Lembar Observasi Penilaian sikap</td><td>2.Rubrik Penilaian Diskusi
<table>
<tr><th rowspan="2">No</th><th rowspan="2">Aspek</th><th colspan="4">Penilaian</th></tr>
<tr><th>4</th><th>3</th><th>2</th><th>1</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Terlibat penuh</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Bertanya</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>Menjawab</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>4</td><td>Memberikan gagasan orisinil</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>5</td><td>Kerja sama</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>6</td><td>Tertib</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table></td></tr>
<tr><td>2.3 Nilai Observasi Menyumbang pendapat tentang pemilihan lokasi pembesaran kerang</td><td>Non Tes</td><td>Lembar Observasi Penilaian sikap</td><td>3. Rubrik Penilaian Presentasi
<table>
<tr><th rowspan="2">No</th><th rowspan="2">Aspek</th><th colspan="4">Penilaian</th></tr>
<tr><th>4</th><th>3</th><th>2</th><th>1</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Kejelasan Presentasi</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Pengetahuan :</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>Penampilan :</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table></td></tr>
</table>

2. Pengetahuan

Indikator	Penilaian		
	Teknik	Bentuk Instrumen	Butir Soal/Instrumen
Pengetahuan Menganalisis potensi budidaya perairan berdasarkan sumberdaya alam, ekonomi dan sosial			1. Jelaskan ruang lingkup budidaya perairan 2. Jelaskan kegiatan – kegiatan budidaya perairan 3. Jelaskan tujuan budidaya perairan 4. Jelaskan jenis-jenis biota air yang telah terdomestikasi 5. Jelaskan peranan budidaya perairan bagi perekonomian nasional, pemenuhan kebutuhan pangan dan perbaikan stok alam. 6. Jelaskan permasalahan dalam pengembangan budidaya perairan 7. Jelaskan jenis – jenis komoditas ekonomis penting 8. Jelaskan jenis – jenis biota air yang dapat menjadi komoditas ekonomis budidaya perairan. 9. Jelaskan karakteristik komoditas ekonomis budidaya perairan. 10. Jelaskan jenis-jenis biota air yang telah terdomestikasi.

3. Keterampilan

<table>
<tr><th rowspan="2">Indikator</th><th colspan="3">Penilaian</th></tr>
<tr><th>Teknik</th><th>Bentuk Instrumen</th><th>Butir Soal/Instrumen</th></tr>
<tr><td>Keterampilan
Mengolah, menalar, dan menyaji potensi budidaya perairan berdasarkan sumberdaya perairan</td><td>Non Tes (Tes Unjuk Kerja)</td><td></td><td>1. Rubrik Sikap Ilmiah
<table>
<tr><th rowspan="2">No</th><th rowspan="2">Aspek</th><th colspan="4">Penilaian</th></tr>
<tr><th>4</th><th>3</th><th>2</th><th>1</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Menanya</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Mengamati</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>Menalar</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>4</td><td>Mengolah data</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>5</td><td>Menyimpulkan</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>6</td><td>Menyajikan</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
2. Rubrik Penilaian Pemilihan lokasi pembesaran kerang
<table>
<tr><th rowspan="2">Aspek</th><th colspan="4">Penilaiaan</th></tr>
<tr><th>4</th><th>3</th><th>2</th><th>1</th></tr>
<tr><td>Cara mengelompokkan jenis – jenis komoditas ekonomis penting</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Cara mengidentifikasi jenis – jenis biota air yang dapat menjadi komoditas ekonomis budidaya perairan</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Cara mengidentifikasi jenis-jenis biota air yang telah terdomestikasi</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Cara mengidentifikasi potensi dan peranan budidaya perairan</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

Indikator	Penilaian		
	Teknik	Bentuk Instrumen	Butir Soal/Instrumen
			Cara mengidentifikasi permasalahan dalam pengembangan budidaya perairan Cara mengelompokkan jenis – jenis komoditas ekonomis penting Cara mengidentifikasi jenis – jenis biota air yang dapat menjadi komoditas ekonomis budidaya perairan. Cara mengidentifikasi jenis-jenis biota air yang telah terdomestikasi

Kegiatan Pembelajaran 2 : Menganalisis sistem fisiologi biota air (ikan, kekerangan, krustasea dan rumput laut)

A. Deskripsi

Setiap individu memerlukan lingkungan tertentu untuk hidup dan berkembang biak. Setiap faktor lingkungan akan menjadi rangsangan bagi hewan air yang akan ditanggapi dengan cara tertentu yang bersifat khusus. Kemampuan hewan air menanggapi rangsangan dari lingkungannya merupakan kajian inti dalam fisiologi hewan air. Fisiologi adalah ilmu yang mempelajari fungsi normal tubuh dengan berbagai gejala yang ada pada sistem hidup, serta pengaturan atas segala fungsi dalam sistem tersebut.

Fisiologi biota air merupakan ilmu yang mempelajari fungsi tubuh biota (hewan) air dalam menyelenggarakan kehidupan, yakni untuk menciptakan kondisi *homeostasis*. Pengkajian fungsi tubuh dapat dilakukan pada tingkat sel, jaringan, organ, atau individu. Fisiologi biota air membahas tentang kemampuan hewan untuk dapat hidup di suatu lingkungan dengan cara mengatur atau menghindari pemasukan air yang terlalu banyak ke dalam tubuh, menghindarkan diri dari keadaan yang membahayakan, seperti suhu yang sangat dingin atau sangat panas, salinitas yang tinggi atau rendah, hewan berpindah tempat untuk menemukan lingkungan yang sesuai agar dapat memperoleh makanan atau kawin, memperoleh informasi tentang keadaan lingkungannya dan lain-lain.

Proses-proses yang terjadi di dalam tubuh biota ini (proses fisiologis) perlu diketahui karena dalam pembudidayaan biota perairan semua faktor yang akan berpengaruh terhadap biota harus diarahkan kepada proses –proses yang pada akhirnya dapat meningkatkan tingkat kesehatan, pertumbuhan dan efisiensi pakan. Dengan demikian pemahaman tentang prinsip dan konsep fisiologis biota air sangat diperlukan untuk meningkatkan produksi budidaya perairan.

B. Kegiatan Belajar

Kegiatan Belajar 1. Morfologi dan Anatomi Biota Air

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini peserta didik dapat :

a. Menjelaskan morfologi biota air.

b. Mengidentifikasi anatomi biota air.

c. Membedakan bentuk tubuh, bentuk mulut dan bentuk sirip ikan.

d. Membedakan ciri meristik dan ciri morfometrik bioata air.

2. Uraian Materi

a. Morfologi biota air

Morfologi adalah ilmu yang mempelajari bentuk luar suatu organisme. Bentuk luar dari organisme ini merupakan salah satu ciri yang mudah dilihat dan diingat dalam mempelajari organisme. Adapun yang dimaksud dengan bentuk luar organisme ini adalah bentuk tubuh, termasuk di dalamnya warna tubuh yang kelihatan dari luar. Pada dasarnya bentuk luar dari ikan dan berbagai jenis hewan air lainnya mulai dari lahir hingga ikan tersebut tua dapat berubah-ubah, terutama pada ikan dan hewan air lainnya yang mengalami metamorfosis dan mengalami proses adaptasi terhadap lingkungan (habitat). Namun demikian pada sebagian besar ikan bentuk tubuhnya relatif tetap, sehingga kalaupun terjadi perubahan, perubahan bentuk tubuhnya relatif sangat sedikit. Bentuk tubuh pada mahluk hidup, termasuk pada hewan air juga erat kaitannya dengan anatomi, sehingga ada baiknya sebelum melihat anatominya; terlebih dahulu kita melihat bentuk tubuh atau penampilan (morfologi) hewan air tersebut.

Pada dasarnya morfologi dari setiap jenis hewan air yang masih dekat kekerabatanya mempunyai kemiripan-kemiripan, seperti anatomi dan morfologi udang, kepiting dan lobster hampir mirip. Hal yang sama juga akan kita dapati pada berbagai jenis ikan serta pada berbagai jenis hewan

lainya. Pada dasarnya kita mengenal berbagai jenis hewan air, diantaranya yang paling umum kita kenal adalah ikan, udang, moluska, amfibi, dan sebagainya. Adapun yang dimaksud dengan ikan adalah hewan bertulang belakang (vertebrata) yang berdarah dingin, hidup diair, bergerak dan mempertahankan keseimbangan tubuhnya dengan menggunakan sirip; dan bernafas dengan insang, namun selain menggunakan insang ada juga ikan yang memiliki alat pernafasan tambahan yang fungsinya sama dengan "paru-paru".

Mengamati

- Bentuklah kelompok peserta didik dalam jumlah 4 – 5 orang
- Lakukan kegiatan mencari informasi dari buku atau bahan ajar, internet, video dan lain-lain sehingga anda bisa memahami morfologi dan anatomi biota air.
- Adapun informasi yang harus anda cari adalah :
  a. Bagian-bagian tubuh luar (morfologi) biota air
  b. Bagian-bagian tubuh dalam (anatomi) biota air
  c. Klasifikasi biota air berdasarkan bentuh tubuh, bentuk mulut, linea lateralis, ciri meristik dan ciri morfometrik dan lain-lain,

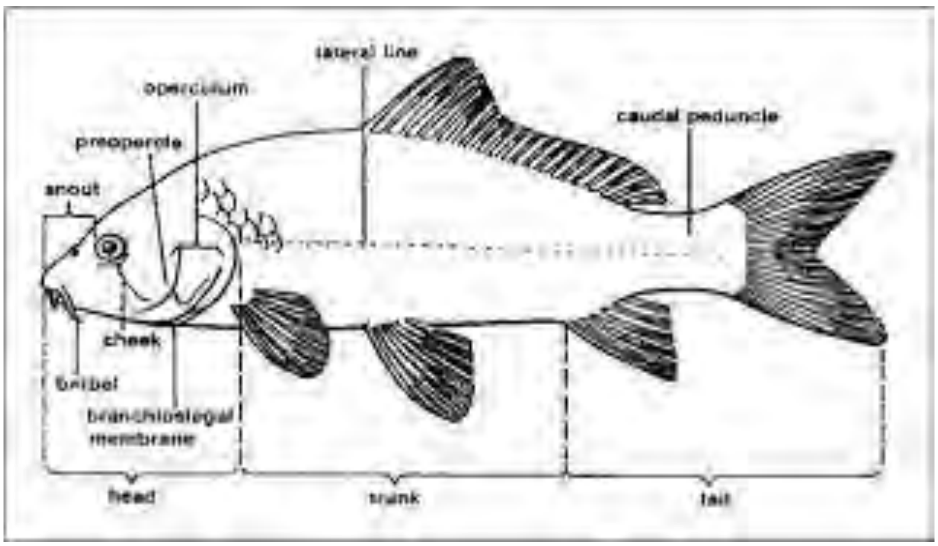
Setelah anda mendapatkan informasi, lakukan diskusi antar kelompok dengan cara setiap kelompok bertukar informasi atau bertanya tentang morfologi dan anatomi biota air !



Menanya

1) Bandingkan informasi yang anda peroleh dengan informasi kelompok lain, dapat dimulai dengan proses pertanyaan sebagai berikut :
   a. Apa yang dimaksud dengan morfologi biota air ?
   b. Apa yang dimaksud dengan anatomi biota air ?
   c. Bagian-bagian tubuh luar biota air dan fungsinya masing-masing ?
   d. Bagian-bagian tubuh dalam biota air dan fungsinya masing-masing ?
   e. Bagaimana cara mengidentifikasi ciri Meristik dan ciri Morfometrik biota air?
2) Adakah perbedaan informasi dari yang anda peroleh ? Jika ada, sebutkan !
3) Tuliskan kesimpulan anda tentang morfologi dan anatomi biota air dan diserahkan pada guru !

Pada ikan dan pada hewan air lainnya pada umumnya bagian tubuh dibagi menjadi tiga bagian yakni bagian kepala, badan dan ekor, namun pada setiap jenis ikan ukuran bagian-bagian tubuh tersebut berbeda-beda tergantung jenis ikannya (perhatikan morfologi ikan pada Gambar 15) .

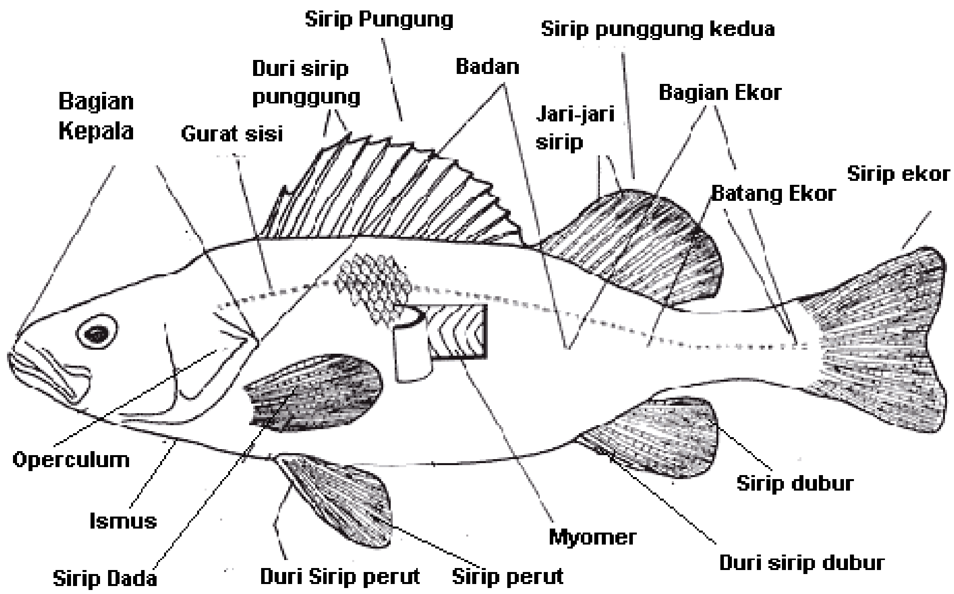


Gambar 15. Bagian tubuh ikan

Adapun organ-organ yang terdapat pada setiap bagian tersebut adalah :

- Bagian kepala yakni bagian dari ujung mulut terdepan hingga hingga ujung operkulum (tutup insang) paling belakang. Adapun organ yang terdapat pada bagian kepala ini antara lain adalah mulut, rahang, gigi, sungut, cekung hidung, mata, insang, operkulum, otak, jantung, dan pada beberapa ikan terdapat alat pernapasan tambahan, dan sebagainya.
- Bagian badan yakni dari ujung operkulum (tutup insang) paling belakang sampai pangkal awal sirip belang atau sering dikenal dengan istilah sirip dubur. Organ yang terdapat pada bagian ini antara lain adalah sirip punggung, sirip dada, sirip perut, hati, limpa, empedu, lambung, usus, ginjal, gonad, gelembung renang, dan sebagainya.
- Bagian ekor, yakni bagian yang berada diantara pangkal awal sirip belakang/dubur sampai dengan ujung terbelakang sirip ekor. Adapun

yang ada pada bagian ini antara lain adalah anus, sirip dubur, sirip ekor, dan pada ikan-ikan tertentu terdapat *scute* dan *finlet*, dan sebagainya.



Gambar 16. Morfologi Ikan

Bentuk tubuh atau morfologi ikan erat kaitannya dengan anatomi, sehingga ada baiknya sebelum melihat anatominya; terlebih dahulu kita lihat bentuk tubuh atau penampilan (morfologi) ikan tersebut. Dengan melihat morfologi ikan maka kita akan dapat mengelompokan ikan/hewan air, dimana sistem atau caranya mengelompokan ikan ini dikenal dengan istilah sistematika atau taksonomi ikan. Dengan demikian, maka sistematika atau taksonomi ini merupakan ilmu yang digunakan untuk mengklasifikasikan ikan/hewan air atau hewan lainnya.

Pada sistematika/taksonomi, ada tiga pekerjaan yang umum dilakukan, yakni identifikasi, klasifikasi dan pengamatan evolusi. Pada tahap identifikasi yaitu usaha pengenalan, deskripsi yang teliti dan tepat terhadap suatu jenis/spesies untuk selanjutnya memberi nama ilmiahnya sehingga dapat diakui oleh para ahli di seluruh dunia. Dengan demikian, maka dapat dikatakan bahwa pada saat kita melakukan identifikasi sama halnya dengan

kita melakukan analisis. Setelah melakukan identifikasi selanjutnya melakukan klasifikasi, pada tahap ini dilakukan penyusunan kategori-kategori yang lebih tinggi dan menetapkan ciri-cirinya sehingga pada akhirnya akan diketemukan klasifikasinya.

Dengan melihat hal ini, maka dapat dikatakan bahwa klasifikasi merupakan taraf untuk melakukan sintesis. Adapun pada penelitian terjadinya spesies dan pengamatan terhadap faktor-faktor evolusi, bertujuan untuk mengetahui pembentukan spesies lain yang sudah ada dan menelaah kemungkinan terjadinya perubahan-perubahan di kemudian hari. Untuk mencapai tujuan ini maka dilakukan penelaahan kemungkinan terjadinya perubahan pada saat terjadi perubahan kondisi dan menelaah faktor pendorong dan penghambat perubahan tersebut. Adapun morfologi ikan yang terlihat dengan jelas dari luar antara lain adalah bentuk badan, mulut, cekung hidung, mata, tutup insang, sisik, gurat sisi (linea lateralis/LL), sirip dada, sirip perut, sirip punggung, sirip belakang, dan sirip ekor, bentuk dari sirip-sirip tersebut serta warna badan dan atau bagian-bagian badan tersebut.

1) Bentuk tubuh ikan

   Antara jenis yang satu dengan jenis lainnya berbeda-beda. Perbedaan bentuk tubuh ini pada umumnya disebabkan oleh adanya adaptasi terhadap habitat dan cara hidupnya. Adapun bentuk-bentuk tubuh ikan tersebut dibagi dua yakni ikan yang bersifat :

   a) Simetri bilateral yaitu ikan yang apabila dibelah ditengah dengan potongan sagital, maka kita akan mendapatkan hasil yang sama persis antara bagian kiri dan bagian kanannya
   b) Non simetri bilateral yaitu ikan yang apabila dibelah ditengah dengan potongan sagital, maka kita akan mendapatkan hasil yang berbeda antara bagian kiri dan bagian kanannya.

(1) Simetri bilateral

Dilihat dari bentuk tubuh terutama dari penampang melintangnya ada beberapa macam bentuk tubuh ikan simetri bilateral, bentuk-bentuk tersebut adalah:

(a) Pipih/kompres yakni ikan yang bertubuh pipih atau dengan kata lain lebar tubuh jauh lebih kecil dibanding tinggi tubuh dan panjang tubuh seperti yang tertera pada Gambar 5.
(b) Picak/depres yakni ikan yang lebar tubuhnya jauh lebih besar dari tinggi tubuhnya (Gambar 6).
(c) Cerutu/fusiform yakni ikan dengan tinggi tubuh yang hampir sama dengan lebar dan panjang tubuhnya beberapa kali ukuran tingginya (Gambar 7).
(d) Ular/sidat yakni ikan yang bentuk tubuhnya menyerupaibelut atau ular (Gambar 8).
(e) Tali/filiform yakni ikan yang bentuk tubuhnya menyerupai tali (Gambar 9).
(f) Pita/taeniform/flattedform yakni ikan yang bentuk tubuhnya memanjang dan tipis menyerupai pita (Gambar 10).
(g) Panah/sagittiform yakni ikan yang bentuk tubuhnya menyerupai anak panah (Gambar 11).
(h) Bola/globiform yakni ikan yang bentuk tubuhnyamenyerupai bola (Gambar 12).
(i) Kotak/ostraciform yakni ikan yang bentuk tubuhnya menyerupai kotak (Gambar 13).

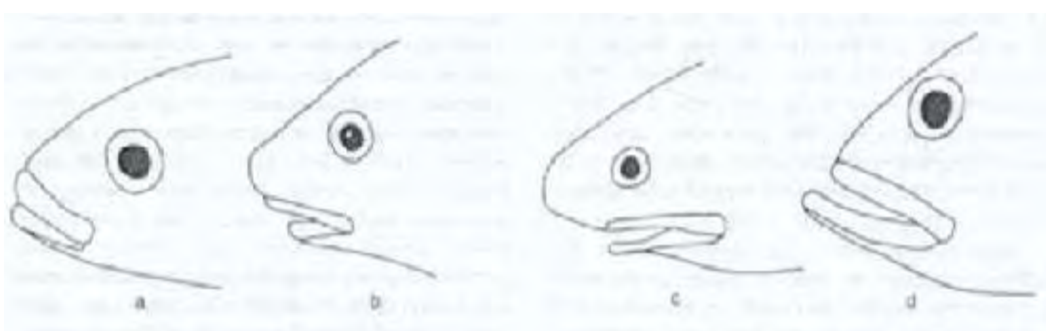
(2) Non simetri bilateral

Ikan yang non simetri bilateral diantaranya adalah ikan sebelah dan ikan lidah.

2) Bentuk Mulut Ikan

Posisi mulut pada ikan sangatlah bervariasi di setiap jenis ikan. Hal ini sangat tergantung dari kebiasaan ikan makan, jenis pakan yang dimakan serta ukuran pakan yang sesuai dengan bukaan mulut ikan. Jadi fungsi dari mulut selain itu bentuk, ukuran dan letak mulut ikan dapat menggambarkan habitat hidup ikan tersebut. Ikan-ikan yang berada di bagian dasar mempunyai bentuk mulut yang subterminal sedangkan ikan-ikan pelagik dan ikan pada umumnya mempunyai bentuk mulut yang terminal. Ikan pemakan plankton I mempunyai mulut yang kecil dan umumnya tidak dapat ditonjolkan ke luar. Pada rongga mulut bagian dalam biasanya dilengkapi dengan jari-jari tapis insang yang panjang dan lemas untuk menyaring plankton. Umumnya mulut ikan pemakan plankton tidak mempunyai gigi.

Ukuran mulut ikan berhubungan langsung dengan ukuran makanannya. Ikan-ikan yang memakan invertebrata kecil mempunyai mulut yang dilengkapi dengan moncong atau bibir yang panjang. Ikan dengan mangsa berukuran besar mempunyai lingkaran mulut yang fleksibel.



Gambar 17. Tipe-tipe utama letak mulut

(a) terminal, (b) sub-terminal, (c) inferior, dan (d) superior (Sumber: Kotellat, et all., 1993)

Posisi mulut pada ikan juga bervariasi tergantung dimana letak habitat makanan yang akan dimakannya. Ada empat macam posisi mulut ikan yakni

(1) Posisi terminal, yaitu mulut yang terletak di ujung hidung.
(2) Posisi sub terminal, yaitu mulut yang terletak dekat ujung hidung.
(3) Posisi superior, yaitu mulut yang terletak di atas hidung.
(4) Posisi inferior, yaitu mulut yang terletak di bawah hidung.

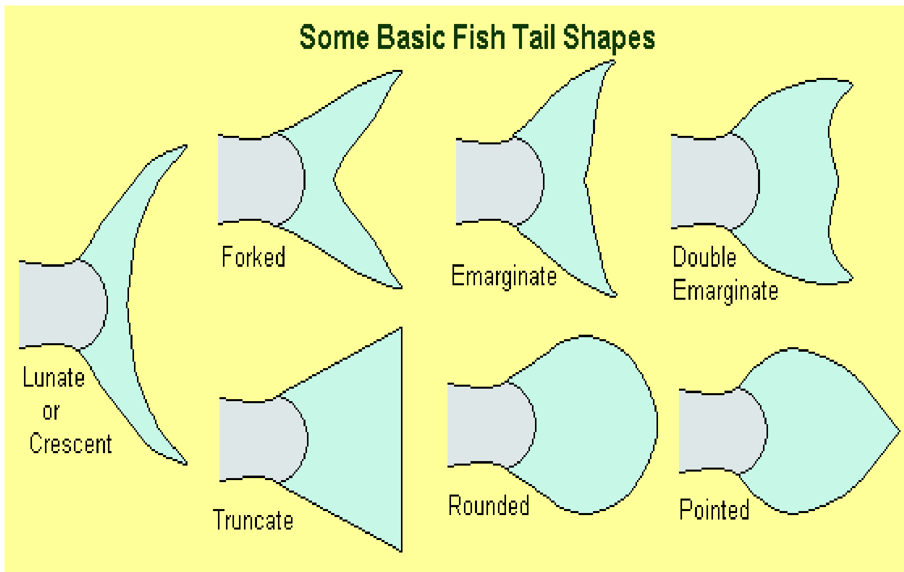
3) Bentuk Sirip

Bentuk sirip pada ikan baik sirip punggung, sirip dada, sirip perut, sirip belakang (dubur) maupun sirip ekor beraneka ragam. Dari semua sirip-sirip tersebut yang lebih khas bentuknya dan terdapat pada berjenis-jenis ikan adalah sirip ekor. Pada dasarnya ada sepuluh macam bentuk sirip ekor yakni:

a) Sirip ekor bercagak seperti pada ikan mas (*Cyprinus carpio*), ikan tawes (*Puntius javanicus*), ikan bawal (*Pampus sp*), dan sebagainya.
b) Sirip ekor berpinggiran tegak, seperti pada ikan buntal (*Tetraodon sp*).
c) Sirip ekor berpinggiran tegak, seperti pada ikan tambakan (*Helostoma temmincki*).
d) Sirip ekor berlekuk kembar, seperti pada ikan Scatophagus argus
e) Sirip ekor berbentuk membundar, seperti pada ikan gurame (*Osphronemus gouramy*).
f) Sirip ekor berbentuk bajir, seperti pada ikan bloso (*Glossogobius sp*).
g) Sirip ekor berbentuk meruncing, seperti pada ikan belut (*Monopterus albus*).
h) Sirip ekor berbentuk sabit, seperti pada ikan tongkol (*Euthynus sp*).

i) Sirip ekor berbentuk episerkal, dalam hal ini ekor bagian atasnya lebih panjang dibanding ekor bagian bawahnya seperti yang terdapat pada ikan atlantik sturgeon (*Acipencer oxyrhynchus*).

j) Sirip ekor berbentuk hiposerkal, dalam hal ini ekor bagian bawah lebih panjang dibanding ekor bagian atasnya seperti yang terdapat pada ikan caracas (*Tylosurus sp*).



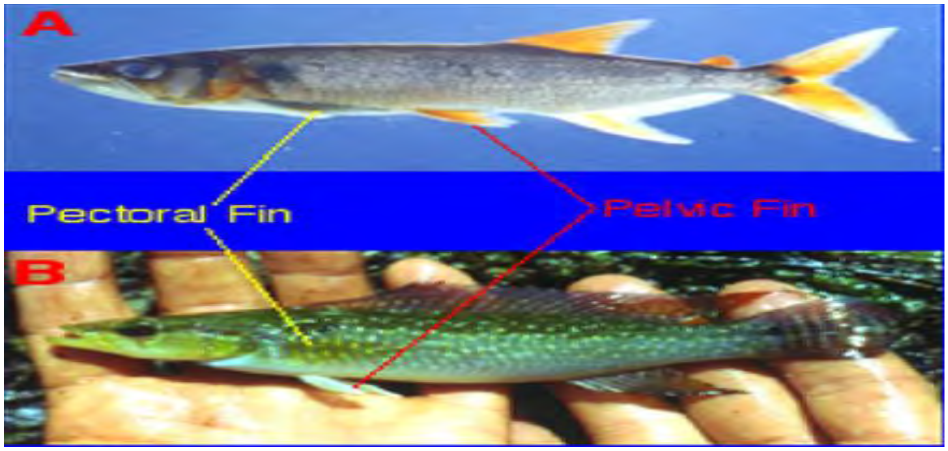
Gambar 18. Bentuk sirip ekor

Berdasarkan posisi sirip perut terhadap sirip dada ikan dibedakan menjadi 3 bentuk yaitu :

(1) Abdominal : sirip perut jauh di belakang sirip dada.

(2) Thoracic : Sirip perut kira-kira sejajar dengan sirip dada.

(3) Jugular : Sirip perut di depan sirip dada.



Gambar 19. Posisi sirip perut terhadap sirip dada ikan

4) Linealateralis (LL)

Kalau kita perhatikan morfologi ikan, kita seringkali mendapatkan ada semacam garis titik-titik pada ikan yang dikenal dengan istilah lineateralis (LL). Linealateralis adalah garis yang dibentuk oleh pori-pori, sehingga LL ini terdapat baik pada ikan yang bersisik maupun ikan yang tidak bersisik. Pada ikan yang tidak bersisik LL terbentuk oleh pori-pori yang terdapat pada kulitnya, sedangkan pada ikan yang bersisik LL terbentuk oleh sisik yang berpori. Pada umumnya ikan mempunyai satu buah garis LL, namun demikian adapula ikan yan mempunyai beberapa buah LL. LL ini berfungsi LL untuk mendeteksi keadaan linkungan, terutama kualitas air dan juga berperan dalam proses osmoregulasi.

Selain hal tersebut di atas, ikan seringkali mempunyai ciri-ciri khusus, dalam hal ini ada ikan yan mempunyai finlet, skut atau kil dengan definisi sebagai berikut.

a) Finlet adalah sirip-sirip kecil yang terdapat di belakang sirip punggung dan sirip belakang (dubur), contohnya akan kita dapati pada ikan kembung (*Rastrelliger sp*).
b) Skut adalah kelopak tebal pada bagian perut atau bagian pangkal ekor ikan selar (*Caranx sp*).

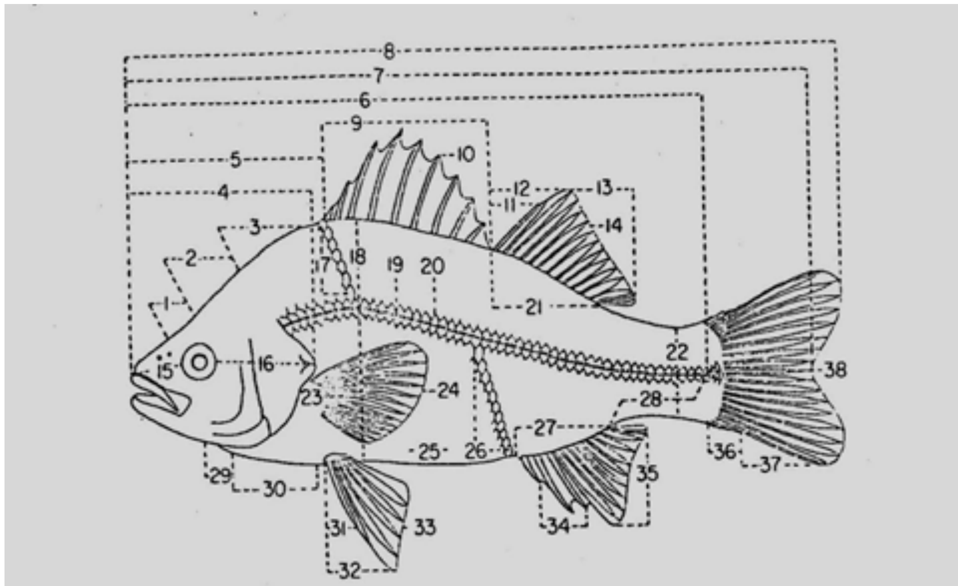
c) Kil adalah rigi-rigi yang puncaknya meruncing dan terdapat pada pada batang ekor, seperti yang terdapat pada ikan tongkol.

d) Sirip lunak (*adipose fin*) adalah sirip tambahan berupa lapisan lemak yang ada di belakang sirip punggung atau sirip belakang seperti pada ikan jambal (*Ketengus* sp).

5) Ciri Meristik dan Ciri Morfometrik

Dalam menentukan identifikasi seringkali kita melakukan pengukuran-pengukuran dan penghitungan yang dikenal dengan ciri meristik dan morfometrik. Adapun yang dimaksud dengan meristik adalah ciri yang berkaitan dengan jumlah bagian tubuh tertentu atau pengamatan tentang jumlah dan jenis duri, jari-jari sirip pada setiap jenis sirip yang ada, jumlah sisik pada gurat sisi seperti jumlah jari-jari keras dan jumlah jari-jari lemah pada sirip punggung, dan sebagainya. Adapun yang dimaksud dengan morfometrik adalah ciri yang berkaitan dengan pengamatan ukuran tubuh seperti panjang total, panjang kepala, dan sebagainya. Adapun ukuran yang biasa dilakukan pada ikan (Gambar 9) sebagai berikut :

a) Panjang total yakni jarak antara ujung kepala yang terdepan (biasanya ujung rahang terdepan) dengan ujung sirip ekor paling belakang.
b) Panjang baku adalah jarak antara ujung kepala yang terdepan dengan pelipatan pangkal sirip ekor.
c) Panjang ke pangkal cabang sirip ekor yakni jarak antara ujung kepala terdepan dengan lekuk cabang sirip ekor.
d) Tinggi badan yakni ukuran tertinggi antara dorsal dengan ventral
e) Panjang kepala adalah jarak antara ujung kepala terdepan dengan ujung.
f) operkulum terbelakang.



Gambar 20. Pengukuran meristik dan morfometrik ikan

Contoh pengukuran Meristik Ikan sebagai berikut :

(1) Rumus Meristic ikan *Siganus luridus* misalnya : D, XIV+10; A, VII+8-9; P, 16-17; V, I+3+I; GR, 18-22.

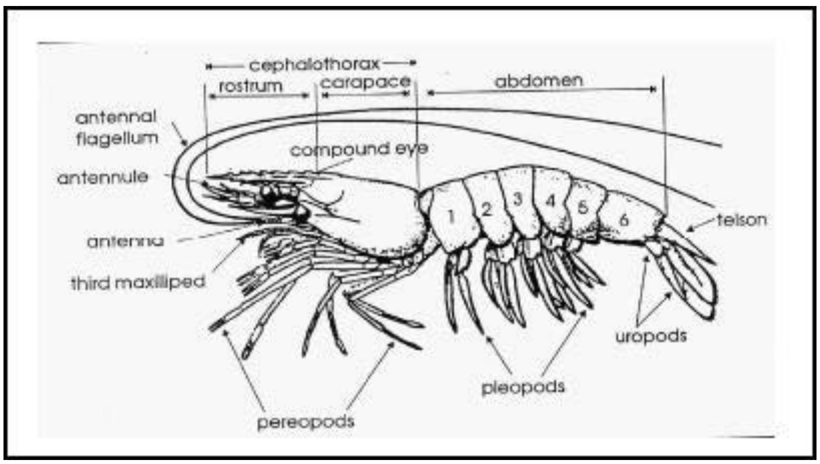
(2) Artinya ikan ini memiliki 14 duri sirip punggung bagian depan (D), diikuti dengan 10 jari-jari lunak pada bagian kedua.

(3) A berarti sirip anal, P (=Pectoral), V (=ventral), GR (menunjukkan bentuk sirip anal) dan jumlah jari-jari sirip pada bagian atas (=18) dan pada bagian bawah (=22).

6) Morfologi Udang (*Krustacea*)

Selain ikan, hewan air yang bernilai ekonomis penting lain adalah udang, kepiting dan lobster yang termasuk pada Kelas Krustasea. Krustasea berasal dari kata crusta yang berarti cangkang keras. Dalam hal ini krustasea mempunyai eksoskeleton (kerangka luar) dari bahan kitin yang keras. Kelas Krustasea ini merupakan satu-satunya kelas dari Filum Arthropoda yang anggotanya banyak hidup di lingkungan perairan. Adapun morfologi udang (tubuh udang) terdiri dari kepala, toraks dan abdomen, namun antaranya kepala dan toraks bersatu dan gabungan

keduanya dinamakan sefalotoraks; sehingga tubuh udang hanya terdiri dari sefalotoraks dan abdomen. Sefalotoraks diselaputi oleh karapas yang menyelubungi baik bagian dorsal dan laterial. Pada sefalotoraks terdapat antena dan antenula yang berfungsi sebagai indera (sensori), mata majemuk yang bertangkai dan dapat digerakan, mulut, mandibula dan insang. Selain itu juga terdapat kaki jalan sebanyak lima pasang. Kaki jalan ini juga disebut pereiopod. Di bagian abdomen udang terdapat kaki renang yang sering disebut plepoid; plepoid ini berfungsi untuk berenang. Dan di bagian ujung terdapat telson dan urorod yang berfungsi untuk berenang. Tepat dibawah telson terdapat lubang anus yang berfungsi untuk melakukan ekskresi.



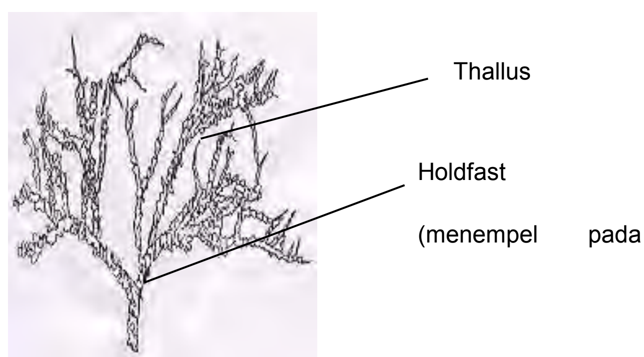
Gambar 21. Morfologi krustacea

7) Morfologi Rumput Laut (Alga)

Dalam materi ini juga sedikit membahas morfologi rumput laut. Rumput laut atau sea weeds secara ilmiah dikenal dengan istilah alga atau ganggang. Rumput laut termasuk salah satu anggota alga yang berklorofil. Dalam taksonomi, ganggang atau alga termasuk ke dalam filum *Thallophyta* yang terbagi menjadi tujuh devisi, yaitu *Euglenophyta, Chlorophyta,Chrysophyta, Phaeophyta, Rhodophyta, Pyrrophyta*, dan *Cyanophyta*. Ciri dari filum ini adalah tidak mempunyai akar, batang, dan daun sejati. Alat reproduksi terdiri dari satu sel. Zigot hasil pembuahan

sel betina oleh sel jantan hanya akan tumbuh setelah keluar dari alat kelamin betina. Seluruh bagian tanaman yang dapat menyerupai akar, batang, daun,atau buah, semuanya disebut thallus.

Bentuk thallus sendiri beraneka ragam, ada yang bulat seperti tabung, pipih, gepeng, bulat seperti kantung, ada pula yang seperti rambut. Susunan talus terdiri dari satu sel dan banyak sel. Percabangan talus ada yang dichotomous (dua-dua terus menerus), pinnate (dua-dua berlawanan sepanjang talus utama), pectinate (berderet searah pada satu sisi talus utama), ferticillate (berpusat melingkari aksis atau batang utama), dan yang sederhana tanpa percabangan. Sifat substansi thallus juga bervariasi. Ada yang gelatinous (lunak sepertigelatin), calcareous (keras diliputi atau mengandung zat kapur), cartilagenous(seperti tulang rawan), dan spongious (berserabut). Semua sifat talus itumembantu dalam pengenalan jenis atau pengklasifikasian spesies.



Gambar 22. Morfologi rumput laut

Bentuk-bentuk percabangan thallus rumput laut diantaranya adalah :

a) Tidak bercabang

   Thallus tumbuh memanjang atau menjalar dan tidak memiliki percabangan.

b) Dichotomous (Bercabang dua)

   Tiap–tiap thallus yang tumbuh akan memiliki cabang dan dari cabang ini akan muncul cabang lagi dan begitu seterusnya.

c) Pinnate alternate

Thallus tumbuh bercabang dua – dua sepanjang thallus utama secara berselang-seling (berganti-ganti).

d) Pinnate distichous

Thallus tumbuh bercabang dua-dua sepanjang thallus utama secara beraturan.

e) Tetratichous

Thallus tumbuh dengan memiliki percabangan duadua sepanjang thallus utama.

f) Ferticillate

Cabang-cabang thallus tumbuh dengan melingkari thallus sebagai sumbu utama.

g) Polystichous

Cabang – cabang thallus tumbuh pada thallus utama secara tidak beraturan (banyak cabang pada thallus utama).

h) Pectinate

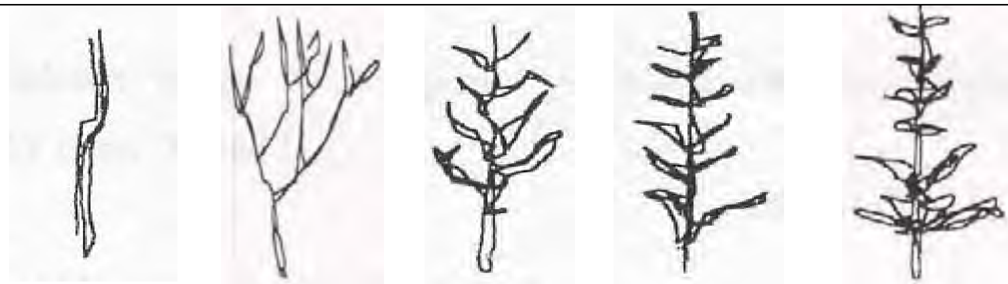
Cabang – cabang thallus tumbuh pada satu sisi thallus.

i) Monopodial

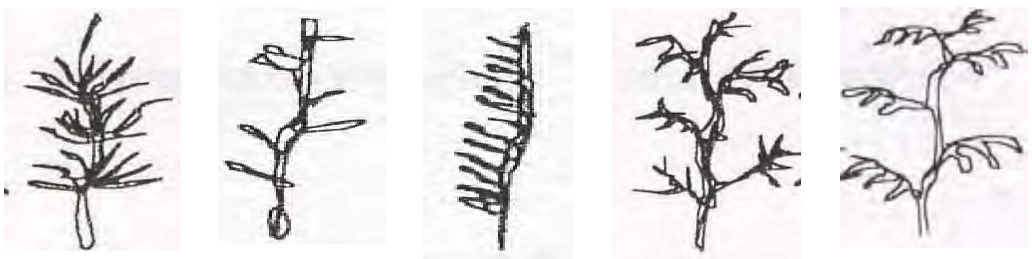
Cabang tumbuh satu-satu pada tiap thallus.

j) Sympodial

Percabangan pada thallus tumbuh searah dan bias lebih dari satu cabang pada masing-masing thallus.

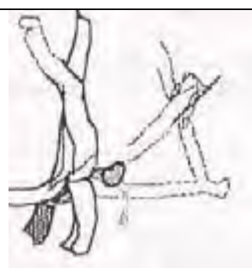


a b c d e



F g h i j

Selain bentuk-bentuk percabangan thallus perlu juga diketahui bentuk-bentuk holdfast yang dimiliki oleh rumput laut. Bentuk-bentuk holdfast tersebut antara lain:



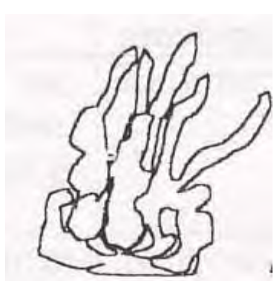
Bentuk sederhana



Rhizoid uniselluler



Kerucut



Cakram



Stolon merambat dengan pelekat

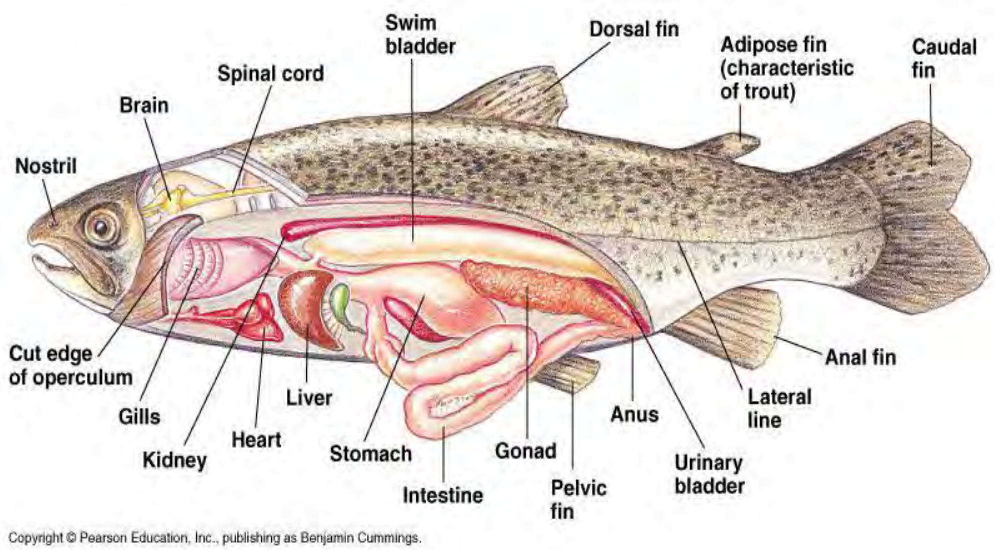
b. Anatomi Biota Air

Anatomi suatu spesies ikan sangat penting untuk diketahui karena merupakan dasar dalam mempelajari jaringan tubuh, penyakit dan parasit, sistematika, dan sebagainya. Bentuk dan letak setiap organ dalam antara satu spesies ikan dapat saja berbeda dengan spesies ikan lainnya. Hal ini disebabkan adanya perbedaan bentuk tubuh, pola adaptasi spesies ikan tersebut terhadap lingkungan tempat mereka hidup, atau stadia dalam hidup spesies tersebut. Beberapa organ yang dapat diamati secara anatomis pada tubuh ikan antara lain: otak, rongga mulut, insang, jantung, hati, empedu, alat pencernaan makanan, limpa, kelenjar kelamin, gelembung renang, dan lain-lain.

Ada dua tindakan pengamatan yang dilakukan untuk mengamati anatomis ikan yaitu:

1) Inspectio = mengamati dengan tidak mempergunakan alat bantu.
2) Sectio = membuka dinding badan untuk mengamati bagian dalam tubuh ikan.

Agar organ-organ yang diamati berada pada kondisi yang baik dan tetap berada pada posisi masing-masing, maka sebaiknya ikan yang diamati adalah ikan-ikan yang telah diawetkan sebelumnya. Jika sampel ikan telah diawetkan maka organ-organ yang lunak dan mudah rusak seperti otak, jantung, hati, dan lain-lain, telah menggumpal atau mengeras dan tidak akan terganggu pada saat dilakukan pembedahan. Bahan pengawet yang digunakan adalah larutan formalin 10%. Berikut pengamatan tentang komponen saluran pencernaan, peredaran darah dan bagian dalam ikan serta insang (Anatomi ikan).



Gambar 23. Anatomi ikan

Ada 10 sistem anatomi pada tubuh ikan :

1) Sistem penutup tubuh.
2) Sistem otot.
3) Sistem rangka (tulang).
4) Sistem pernapasan (respirasi).
5) Sistem peredaran darah (sirkulasi).
6) Sistem pencernaan.
7) Sistem saraf.
8) Sistem hormone.
9) Sistem ekskresi dan osmoregulasi.
10) Sistem reproduksi dan embriologi.

Sistem pernapasan (respirasi), sistem peredaran darah (sirkulasi), sistem pencernaan, sistem saraf, sistem hormon, sistem ekskresi dan osmoregulasi dan sistem reproduksi akan dibahas lebih mendalam pada materi berikutnya.

1) Gelembung Berenang

Pada beberapa ikan tertentu ditemukan gelembung berenang (*vesica natatoria = pneumatocyst*). Gelembung berenang berfungsi sebagai alat hidrostatik, untuk menentukan tekanan air sehubungan dengan kedalaman perairan. Pneumatocyst terdapat di bagian dorsal rongga badan, yaitu di sebelah ventral dari ren, aorta abdominalis, dan columna vertebralis. Umumnya berbentuk oval dengan warna keputih-putihan, terdiri atas dua bagian yang tidak sama besar. Dari bagian anterior, tepat di perbatasan antara bagian anterior dan bagian posterior, keluar sebuah saluran yang menghubungkan pneumatocyst dengan esophagus. Saluran ini disebut ductus pneumaticus dan berfungsi sebagai jalan keluar masuknya udara ke dalam *pneumatocyst.*

Berdasarkan ada tidaknya ductus pneumaticus, ikan-ikan dapat dibedakan atas dua golongan yaitu:

a) Physostomi, adalah ikan-ikan yang memiliki *ductus pneumaticus*, misalnya ikan karper (*Cyprinus carpio carpio*).
b) Physoclysti, adalah ikan-ikan yang tidak memiliki ductus pneumaticus, misalnya ikan mujair (*Oreochromis mossambicus).*

2) Sistem Penutup Tubuh (*Integumentary*)

a) Kulit

Kulit merupakan sistem penutup tubuh yang dimiliki hampir semua jenis ikan. Bagi beberapa ikan juga merupakan tempat menempelnya sisik.

Fungsi kulit secara umum adalah :

(1) Pertahanan dari pathogen.
(2) Membantu pernafasan pada ikan tertentu.
(3) Memproduksi racun sebagai pertahanan dari predator.
(4) Memproduksi lender.
(5) Memproduksi warna untuk memudahkan menentukan spesies.
(6) Segabai eksresi dan osmoregulasi.

Bagian bagian kulit ikan antara lain:

(1) Epidermis ; Di bagian epidermis terdapat berbagai organ antara lain : *Mucous gland* (kelenjar lendir). Kelenjar lender berfungsi sebagai penghasil lendir bagi ikan. Fungsi lendir sendiri adalah :

(a) Mengurangi gesekan pada saat berenang.
(b) Melindungi dari arus yang deras.
(c) Melindungi tubuh dari bakteri.
(d) Menutup luka.
(e) Mencegah keluar-masuk air melalui kulit.
(f) Mencegah infeksi pada saat luka.
(g) Mencegah kekeringan (pada ikan paru-paru).
(h) Membuat sarang (pada spesies ikan tertentu seperti *African fish*, sepat jawa).

(2) Alarm Cells

Sebagai penghasil Pheromones yaitu semacam bau yang dapat membuat predator menghindar dan tidak mau memakannya. Alarm cells berfungsi sebagai bentuk pertahanan pada ikan.

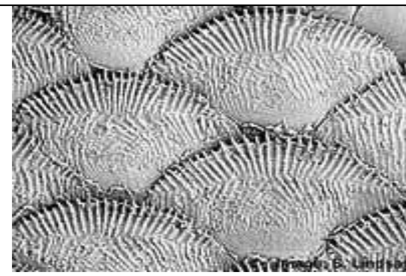
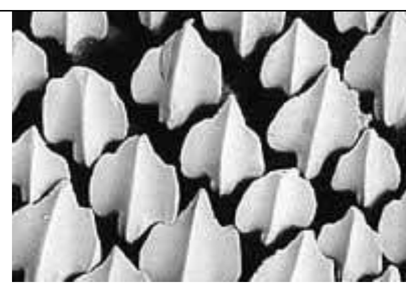
(3) Kutikula

Kutikula merupakan mantel kulit pada ikan. Terdiri dari mucin, immunoglobulins dan lain lain. Ini bersifat anti pathogen.

b) Dermis ; Lapisan dermis merupakan lapisan tempat menempelnya sisik. Sisik merupakan sistem penutup tubuh ikan berupa tulang lunak yang tipis yang tersusun dari mineral kapur. Fungsi sisik antara lain :

(1) Pelindung tubuh ikan.
(2) Sebagai penentu umur ikan pada sisik sikloid dan ctenoid.
(3) Juga sebagai sistem eksresi.

Sisik ada bermacam macam antara lain:

a. Sycloid Sycloid (sisik lingkaran), umumnya terdapat pada ikan yang berjari-jari lemah dan berenang lambat (Malacopterygii), misalnya pada ikan mas, tawes, gurami.	
b. Ctenoid Sisik ctenoid (sisik sisir), mempunyai kteni (duri) pada bagian posterior, umumnya terdapat pada ikan-ikan berjari-jari keras (Acanthopterygii), misalnya terdapat pada ikan nila, tambakan, sepat, belanak.	
c. Ganoid Ganoid berlapis-lapis (garam-garam organik), merupaklan sisik yang padat dan ukurannya besar. Sisik ini tersusun rapi dengan pola miring. Biasanya ditemukan pada Actinopterigji. polypterus, lepisostidae, poliodontidae, acipenceridae.	
d. Plakoid Sisik plakoid merupakan sisik yang berbentuk seperti duri, terdapat pada ikan golongan Chondrichtyes (bertulang rawan), misalnya pada ikan pari.	

e. Cosmoid Sisik kosmoid merupakan sisik yang dimiliki oleh ikan ikan pada zaman purba dan sekarang telah menjadi fosil.	

3) Anatomi Kerang (Moluska)

Anggota dari filum mollusca mempunyai bentuk tubuh yang sangat beraneka ragam, dari yang berbentuk silindris seperti cacing dan tidak mempunyai kaki maupun cangkang, sampai bentuk hampir bulat tanpa kepala dan tertutup dua keping cangkang besar. Oleh sebab itu, berdasarkan bentuk tubuh, bentuk dan jumlah cangkang, serta beberapa sifat lainnya, filum mollusca dibagi 8 kelas: 1) *Chaetodermomorpha*; 2) *Neomeniomorpha*; 3) *Monoplacophora*; 4) *polyplacophora*; 5) *Gastropoda*; 6) *Pelecypoda*; 7) *Scaphoda*; 8) *Cephalopoda*.

Tubuh molusca simetri bilateral, tertutup mantel yang menghasilkan cangkang, dan mempunyai kaki ventral. Saluran pencernaan lengkap, dan didalam rongga mulut terdapat radula, kecuali pada pelecypoda. Radula terdiri atas tulang muda yang di sebut odontophore. Diatas odontophore terdapat pita radula yang berisi beberapa baris gigi khitin kecil kecil dengan ujung mengarah ke belakang. Otot protaktor mengatur penjuluran odontophore keluar mulut dan gigi radula. Tergantung jenisnya, radula molusca merupakan organ untuk mengerok lumut merumput. Mengebor atau mengalami modifikasi untuk menangkap mangsa pada jenis predator. Gigi radula diujung anterior menjadi aus dan rusak oleh pemakaian terus menerus, gigi baru selalu tumbuh diujung posterior dalam kantung radula. Secara perlahan gigi radula bergerak ke anterior.

Mulut berhubungan dengan esofagus, perut dan usus yang melingkar. Anus yang terletak pada tepi dorsal rongga mantel dan insang tidak tercemar oleh buangan tersebut. Jantung molusca terdiri dari dua serambi (*auricle*), terdapat pada rongga perikardium. Bilik memompa darah keaorta, beberapa arteri dan menuju sinus dalam rongga atau jarigan. Peredaran darah terbuka, artinya darah tidak melalui pembuluh darah, tetapi melalui sinus darah yaitu rongga diantara sel sel dalam organ. Dari sinus darah dalam organ, darah mengalir keginjal untuk membuang sisa metabolisme, kemudian keinsang untuk membuang CO_2 dan mengambil O_2. Darah yang mengandung oksigen akan mengalir dari insang ke serambi dalam jantung. Tergantung jenisnya terdapat beberapa modifikasi susunan peredaran darah seperti tersebut diatas.

Alat pernapasan pada kebanyakan molusca adalah sepasang insang atau lebih yang dinamakan ctenidia, beberapa jenis mempunyai "paru paru " atau kedua duanya. Tiap insang terdiri atas sebuah sumbu pipih yang memanjang dibagian tengah, dan pada sisi sisinya terdapat filamen filamen pipih berbentuk segi tiga. Tiap filamen ditunjang sepasang rangka khitin. Cilia lateral menghasilkan aliran air, dan cilia frontal dan cilia abfrontal untuk menyingkirkan partikel partikel supaya cilia tetap bersih. Pembuluh darah afferent mengalirkan darah kefilamen dan secara difusi mengalir kepembuluh darah efferent. Aliran darah berlawanan arah dengan aliran air antara filamen, dengan demikian air dengan kandungan oksigen rendah berhubungan dengan darah yang kandungan oksigennya lebih kecil, hal ini berarti efisiensi pertukaran O_2 dengan CO_2 adalah maksimum. Darah dari pembuluh efferent menuju serambi jantung.

Aliran indrera molusca terletak dalam rongga mantel yang disebut osphradium, yang berfungsi sebagai chemoreceptor dan juga mendeteksi jumlah sedimen yang terbawa aliran air masuk. Selain osphradia, alat indera pada molusca ialah mata dan statocyst. Kebanyakan molusca mempunyai

kaki yang besar dan datar untuk hidup sebagai hewan benthik. Kaki berotot dan bagian telapak kaki mengandung banyak kelenjar lendir dan cilia. Gerakan kaki dilakukan oleh otot kaki atau perpaduan cilia dengan lendir seperti halnya pada turbelaria. Sistem syaraf terdiri atas cincin saraf melingkari esofagus dangan beberapa pasang ganglion dan dua pasang benang syaraf, yang sepasang berhubungan dengan kaki dan sepasang lagi berhubungan dengan mantel serta organ organ dalam.



Gambar 24. Anatomi kerang (Molluska)

4) Prosedur Pembedahan

Untuk melakukan pembedahan yang baik haruslah dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

a) Ikan yang akan diamati, diletakkan di atas papan bedah atau baki bedah dengan kepala menghadap ke sebelah kiri dan bagian punggung terletak dibagian atas.
b) Dengan menggunakan pisau atau gunting yang tajam dibuat sayatan membujur, dimulai dari pertengahan mulut kemudian terus ke arah bagian atas kepala sehingga otak akan tampak.

c) Jika sayatan telah melewati daerah tengkuk (kuduk) maka penyayatan harus dilakukan dengan hati-hati agar ujung pisau tidak melewati dasar tulang punggung. Hal ini dimaksudkan agar organ yang berada di bawah tulang punggung tidak terganggu.

d) Penyayatan atau pembedahan harus diarahkan ke bagian bawah pada saat pisau bedah telah mendekati bagian ekor. Ujung sayatan kemudian berakhir di daerah belakang anus.

e) Dengan menggunakan gunting bedah, bagian dasar tubuh (dasar perut) kemudian digunting mengarah ke bagian depan sehingga otot-otot yang membungkus organ-organ dalam dapat dibuka secara keseluruhan.

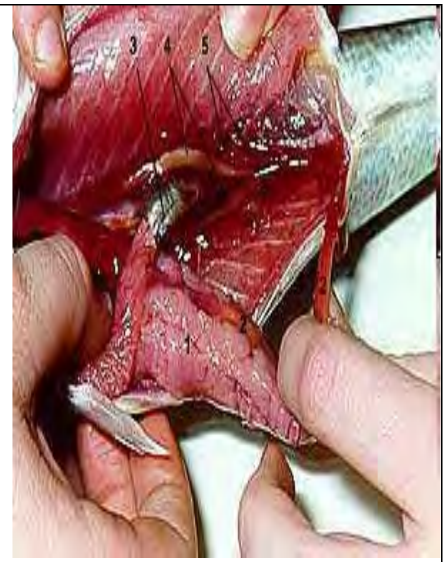
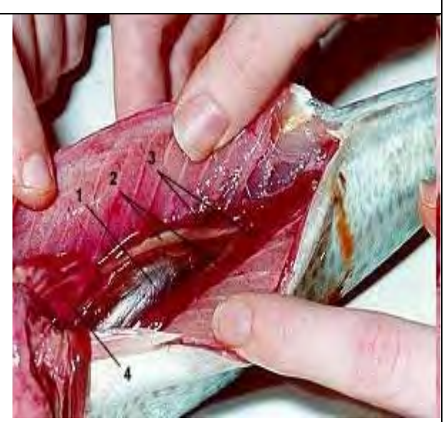
f) Bagian yang dikelupas (telah dibuka) hanya bagian sebelah depan saja sehingga dengan demikian letak organ dalam, mulai dari organ-organ yang terletak di bagian kepala sampai ke organ-organ yang terletak di bagian belakang, akan nampak jelas terlihat.

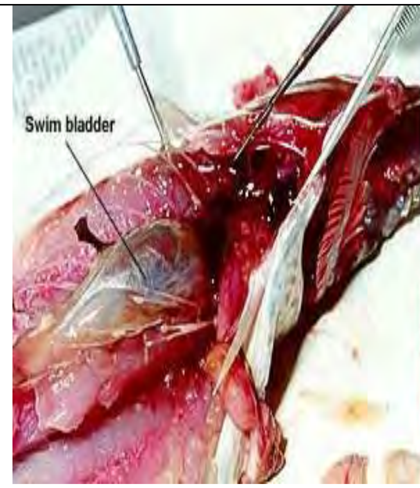
g) Organ-organ yang tidak nampak dalam preparat dapat dicari dengan cara menelusuri dan membandingkannya dengan pustaka.

Contoh tahapan pengamatan anatomi ikan :

▪ Letakkan ikan pada nampan yang disediakan, ▪ Persiapkan peralatan bedah berupa pisau, gunting dan lain-lain ▪ Amati dan gambar ikan yang akan dibedah	

▪ Pembedahan dimulai dari anus atau juga disebut vent ▪ Anus terletak di bagian anterior sirip anal pada sisi ventral ikan ▪ Letak anus pada umumnya sama untuk sebahagian besar ikan, tetapi ada beberpa species yang tidak demikian, misalnya dekat dengan kerongkongan	
▪ Pembedahan dilakukan dengan arah memanjang ke arah anterior hingga mencapai dasar sirip perut (pelvic/ventral fin) Hentikan ▪ pembedahan dengan pisau karena dasar sirip perut cukup keras, alat bedah yang cocok adalah gunting	
▪ Renggangkan kedua dinding tubuh pada bagian rongga perut yang sudah dibedah untuk melihat organ di dalam rongga perut ▪ Dengan selesainya langkah ke-6 ini kita sudah mendapatkan irisan bedah dari mulai anus ke bagian isthmus	
Beberapa organ tubuh yang terletak pada bagian ventral akan terlihat, yaitu: 1. Jantung 2. Hati 3. pyloric caecae 4. Jaringan adipose (lemak)	

▪ Selanjutnya jaringan adipose (1) dan isi perut (2) diangkat dan akan terlihat gelembung renang (3), gonad, kalau ada (4) dan ginjal (5). ▪ Ikan karnivora memiliki usus yang lebih pendek, sedangkan ikan herbivora memiliki usus terpanjang. ▪ Gonad dan ginjal adalah organ berpasangan. Masing-masing satu bagian pada setiap sisi gelembung renang	
▪ Saluran pencernaan ikan terikat pada ujung posterior dari rongga perut di dekat anus. ▪ Saluran pencernaan ikan dan organ lainnya yang menempel padanya diangkat ke arah depan dan potong seluruhnya.	
▪ Dengan mengangkat saluran pencernaan maka akan terlihat gelembung renang (1), gonad (2) dan ginjal (3) pada bagian dorsal rongga perut dan tampak pula hati ikan yang berukuran besar (4).	

▪ Organ lain sudah terlihat setelah saluran pencernaan diambil yaitu gelembung renang. ▪ Gelembung renang adalah kantung udara yang fleksibel yang terletak pada bagian dorsal rongga perut. ▪ Organ ini mengendalikan daya ambang (*buoyancy*) dan digunakan sebagai alat bantu pendengaran pada beberapa jenis ikan	

Selain memahami tahapan pembedahan ikan, perlu diketahui beberapa istilah anatomi yang sering ditemukan adalah:

- cranial = ke arah kepala.
- caudal = ke arah ekor.
- superior = ke arah atas (atas).
- inferior = ke arah bawah (bawah).
- dorsal = ke arah punggung.
- ventral = ke arah perut.
- Abdominal = ke arah dalam perut.
- thoracal = ke arah dada.
- anterior = ke arah muka.
- posterior = ke arah belakang.
- dexter = sebelah kanan.
- sinister = sebelah kiri.
- lateral = ke arah sisi/samping.
- medial = ke arah tengah.
- Proximal = lebih mendekati ke arah batang tubuh.
- distal = lebih menjauhi ke arah batang tubuh

Untuk menentukan kedudukan atau posisi organ-organ, maka badan ikan dapat dibagi atas bidang-bidang sebagai berikut:

1) Bidang medial, yaitu bidang yang jalannya memotong garis tengah dan berjalan dari bagian dorsal ke ventral.
2) Bidang sagittal, yaitu bidang yang jalannya sejajar dengan bidang median, di sebelah kanan dan kiri garis tengah.
3) Bidang frontal, yaitu bidang yang jalannya tegak lurus bidang median dan memotong bidang median dengan sudut 90º dari cranial ke caudal.
4) Bidang transversal, yaitu bidang yang jalannya tegak lurus bidang frontal.

3. Tugas

Mengeksplorasi/Eksperimen 1

Judul	:	Menganalisis sistem fisiologi biota air (ikan, kekerangan, krustasea dan rumput laut)
Tujuan	:	Setelah menyelesaikan lembar kerja ini peserta didik mampu mengidentifikasi morfologi biota air .

Alat dan bahan :

1. Modul	Biota air (ikan, krustacea, kerang, rumput laut)
2. Buku	
3. Internet	Mistar
4. Nampan	Kamera
	Alat tulis menulis

Langkah kerja :

1) Lakukan kegiatan mencari informasi tentang morfologi berbagai biota air dari berbagai studi pustaka/literatur !
2) Diskusikan bersama teman kelompok tentang bagian – bagian morfologi berbagai biota air untuk mendapatkan pemahaman yang sama !
3) Lakukan pengumpulan berbagai biota air (ikan, kekerangan, krustasea dan rumput laut) disekitar lingkungan sekolah anda !
4) Lakukan pengamatan bagian – bagian bagian – bagian morfologi berbagai biota air tersebut !
5) Gambarlah morfologi biota air tersebut dan sebutkan bagian-bagian morfologinya !
6) Lakukan pengukuran panjang dan lebar bagian-bagian morfologi biota air !
7) Lakukan analisis terhadap fungsi masing-masing bagian-bagian morfologi biota air !
8) Buatlah laporan hasil praktek morfologi biota air !

Mengeksplorasi/Eksperimen 2

Judul	:	Menganalisis sistem fisiologi biota air (ikan, kekerangan, krustasea dan rumput laut)
Tujuan	:	Setelah menyelesaikan lembar kerja ini peserta didik mampu mengidentifikasi anatomi biota air .

Alat dan bahan :

1. Modul
2. Buku
3. Internet
4. Dissecting set (alat bedah)
5. Tissue
6. Biota air (ikan, krustacea, kerang, rumput laut)
7. Nampan
8. Mistar
9. Kamera
10. Alat tulis menulis

Langkah kerja :

1) Lakukan kegiatan mencari informasi tentang anatomi berbagai biota air dari berbagai studi pustaka/literatur !
2) Diskusikan bersama teman kelompok tentang bagian – bagian anatomi berbagai biota air untuk mendapatkan pemahaman yang sama !
3) Lakukan pengumpulan berbagai biota air (ikan, kekerangan, krustasea) disekitar lingkungan sekolah anda !
4) Lakukan pembedahan pada tubuh biota air tersebut sesuai prosedur/tahapan-tahapan pembedahan biota air !
5) Lakukan pemisahan dan pengamatan pada setiap bagian-bagian anatomi biota air !
6) Gambarlah/dokumentasikan seluruh tahapan pembedahan bagian-bagian anatomi biota air tersebut dan sebutkan bagian-bagian anatominya !
7) Lakukan analisis terhadap fungsi masing-masing bagian-bagian anatomi biota air !
8) Buatlah laporan hasil pengamatan anatomi biota air !

Tabel 7. Pengamatan morfologi biota air

Jenis Biota Air		Bagian-Bagian Morfologi	Bagian-Bagian Anatomi
1.	:	1. .. 2. .. 3. .. 4. ..	1. ... 2. ... 3. ... 4. ... 5.
2.	:	1. ... 2. ... 3. ... 4. ...	1. ... 2. ... 3. ... 4. ... 5.
3.	:	1. ... 2. ... 3. ... 4. ...	1. ... 2. ... 3. ... 4. ... 5.
4.	:	1. ... 2. ... 3. ... 4. ...	1. ... 2. ... 3. ... 4. ... 5.

Catatan :

Isilah lembar pengamatan dengan benar dan bila terdapat kegiatan/keterangan lain yang tidak ada pada format dapat ditambahkan/dikembangkan sesuai hasil pengamatan. Setelah peserta didik melaksanakan kegiatan pengamatan morfologi dan anatomi biota air, buatlah kesimpulan hasil eksplorasi tersebut pada format yang telah disediakan !

Mengasosiasikan/ Mengolah Informasi

Kesimpulan hasil eksplorasi **:**

1. Morfologi biota air :
   ……

2. Anatomi biota air :
   ……

3. Bentuk tubuh, bentuk mulut dan bentuk sirip ikan :
   ……

4. Membedakan ciri meristik dan ciri morfometrik bioata air
   ……

Guru Mata Pelajaran　　　　　　　　Kelompok ….

(……………………………………)　　　　　　　　(……………………………………..)

Mengkomunikasikan

Presentasikan hasil kerja kelompok Anda di depan teman-teman. Apakah ada tanggapan / masukan / sanggahan dari hasil kerja kelompok Anda.



4. Tes Formatif

1) Fisiologi biota air merupakan ilmu yang mempelajari....
   a. Fisik dari biota air.
   b. Fungsi tubuh dari biota air.
   c. Cara hidup dari biota air.
   d. Anatomi biota air.

2) Proses proses yang terjadi di dalam tubuh biota air dinamakan ....
   a. Proses fisiologis.
   b. Proses anatomis.
   c. Proses adaptasi.
   d. Proses hidup.

3) Ilmu yang mempelajari tentang bentuk luar suatu organisme disebut...
   a. Anatomi.
   b. Fisiologi.
   c. Morfologi.
   d. Geologi.

4) Hewan yang bertulang belakang, berdarah dingin,hidup diair, mempunyai sirip dan bernafas dengan insang, adalah...
   a. Ikan.
   b. Udang.
   c. Cumi cumi.
   d. Kodok.

5) Ikan layur mempunyai bentuk tubuh….
   a. Pipih.
   b. Picak.
   c. Pita.
   d. Cerutu.

6) Ikan buntal mempunyai bentuk tubuh …
   a. Pita.
   b. Bola.
   c. Kotak.
   d. Panah.

7) Ikan mas mempuyai posisi mulut...
   a. Terminal
   b. Sub terminal
   c. Inferior
   d. Superior

8) Ikan bawal mempunyai bentuk sirip ekor ....
   a. Bercagak.
   b. Berpinggir tegak.
   c. Berlekuk kembar.
   d. Membundar.

9) garis titik-titik pada ikan di sebut ....
   a. LL.
   b. Sirip.
   c. Sisik.
   d. Skut.

10)  Gambar sisik disamping merupakan jenis …

a. Sycloid.
b. Ctenoid.
c. Ganoid.
d. Cosmoid.

Kegiatan Belajar 2. Sistem pencernaan dan metabolisme

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini peserta didik dapat :

a. Memahami sistem pencernaan dan metabilosme biota air.
b. Memahami fungsi alat dan kelenjar pencernaan biota air.
c. Memahami mekanisme pencernaan dan penyerapan.
d. Memahami proses metabolisme protein, metabolisme lemak dan metabolisme karbohidrat.

2. Uraian Materi

Definisi pencernaan makanan adalah proses penyederhanaan makanan melalui mekanisme fisik dan kimia sehingga menjadi yang mudah diserap dan disebarkan keseluruh tubuh melalui sistem peredaran darah. Pendekatan dalam mempelajari pencernaan makanan dapat dilakukan melalui 2 cara yaitu:

1) Studi struktur alat pencernaan , dapat dilakukan dengan cara anatomi , histologi dan cytologi.
2) Studi biokimia , biasa berdasarkan analisa kadar nutrien pada makanan, feses, dan tubuh ikan serta biasa melalui analisa enzim seperti kecernaan makanan dan aktivitas enzimatik.

Proses pencernaan terdiri dari alat pencernaan bahan yang meliputi enzim, HCL, cairan empedu, dan makanan, serta mekanisme terdiri dari fisik meliputi gerakan peristaltik, egmenter, dan pendular, serta secara kimia yaitu enzimatik. Proses makan itu sendiri dapat melalui ingestion, trasformation, serta metabolisme yang terdiri dari anabolisme, dan katabolisme.

Mengamati

1) Bentuklah kelompok peserta didik dalam jumlah 4 – 5 orang.
2) Lakukan kegiatan mencari informasi dari buku atau bahan ajar, internet, video dan lain-lain sehingga anda bisa memahami sistem pencernaan dan metabolisme biota air.
3) Adapun informasi yang harus anda cari adalah :
   a. Sistem pencernaan dan metabilosme biota air.
   b. Fungsi alat dan kelenjar pencernaan biota air.
   c. Mekanisme pencernaan dan penyerapan.
   d. Proses metabolisme protein, metabolisme lemak dan metabolisme karbohidrat.

Setelah anda mendapatkan informasi, lakukan diskusi antar kelompok dengan cara setiap kelompok bertukar informasi atau bertanya tentang sistem pencernaan dan metabolisme !

Menanya

1) Bandingkan informasi yang anda peroleh dengan informasi kelompok lain, dapat dimulai dengan proses pertanyaan sebagai berikut :
   a. Bagaimana sistem pencernaan dan metabilosme biota air.
   b. Apa fungsi alat dan kelenjar pencernaan biota air.
   c. Bagaimana mekanisme pencernaan dan penyerapan.
   d. Bagaimana proses metabolisme protein, metabolisme lemak dan metabolisme karbohidrat.
2) Adakah perbedaan informasi dari yang anda peroleh ? Jika ada, sebutkan !
3) Tuliskan kesimpulan anda tentang sistem pencernaan dan metabolisme biota air dan diserahkan pada guru !

a. Pencernaan

1) Alat Pencernaan

Fungsi alat pencernaan makanan adalah untuk menyederhanakan bahan makanan menjadi bahan terlarut sehingga siap untuk diserap dan selanjutnya dimanfaatkan oleh tubuh. Macam-macam pencernaan makanan yaitu:

a) Berdasarkan prosesnya yang meliputi :
   (1) Pencernaan makanan secara mekanik yang melibatkan gigi dan gerakan saluran pecernaan antara lain gerakan peristaltik, pendular, segmenter.
   (2) Pencernaan makanan secara kimiawi yang melibatkan enzim hidrolisis.

b) Berdasarkan tempat pencernaan yang meliputi :
   (1) Pencernaan ekstra seluler; Pencernaan makanan yang terjadi dalam rongga saluran pencernaan.
   (2) Pencernaan intraseluler; Pencernaan makanan yang terjadi didalam sitoplasma / didalam sel.

Struktur dan fungsi dari bagian- bagian alat pencernaan:

(1) Saluran pencernaan meliputi mulut, rongga mulut, paring, *oesephagus* , lambung, philorus, usus, rectum dan anus.
(2) Kelenjar pencernaan yang meliputi hati ,empedu, dan pankreas.

Saluran pencernaan terdiri dari :

(1) Mulut
    Fungsi mulut adalah alat untuk memasukkan makanan.
(2) Rongga mulut
    Permukaan rongga mulut diselaputi oleh lapisan sel permukaan epitelium yang berlapis. Pada lapisan permukaan terdapat sel-sel penghasil lendir terdapat juga organ penerima rasa yang disebut

taste reseptor / taste bud. *Taste bud* berfungsi sebagai penyeleksi makanan yang dimakan ikan. Lidah pada ikan merupakan penebalan dari bagian depan tulang *arc hyoden* yang terdapat pada mulut. Pada arah yang berlawanan dengan lidah tepatnya pada langit-langit bagian belakang palatin. Organ ini merupakan penebalan dari lapisan *mocusa* dan fungsinya untuk memproses pemompaan air dari rongga mulut ke bagian insang.

(3) Faring

Pada bagian sisi kiri dan sisi kanan dari segmen faring terdapat insang. Pada ikan yang memperoleh makanan dengan cara menyaring plankton. Gigi faring digunakan untuk menyobek dan menggerus dan bahan tumbuhan dan *Gastropoda*.

(4) Eshofagus

Segmen esofagus merupakan permulaan dan saluran pencernaan yang berbentuk viva. segmen-segmen dibelakangnya terdiri dari 4 lapisan yaitu lapisan mokusa, sub mukosa, otot, lapisan sereus. Adanya lendir menyebabkan makanan dengan mudah menuju lambung tanpa merusak eshopagus.

(5) Lambung

Lambung merupakan segmen pencernaan yang diameternya relatip lebih besar. Fungsi lambung untuk menampung makanan dan mencerna makanan .

Berdasarkan bentuk anatomisnya terdapat beberapa tipe lambung yaitu.

a) Lambung berbentuk memanjang biasanya ditemukan pada beberapa jenis ikan karnivora, bertulang sejati.
b) Lambung terbentuk fison terdapat pada ikan golongan chondrichthyes dan kebanyakan ikan teleostei.
c) Lambung kaeka terdapat pada ikan polyterus , amia, anguilla.

(6) Philorus

Philorus merupakan segmen yang terletak antara lambung dan usus depan.

(7) Usus

Usus merupakan segmen terpanjang dari saluran pencernaan.

(8) Rectum

Rektum merupakan segmen saluran pencernaan yang terujung . secara hitologis batas antara segmen tersebut dapat dibedakan sehubungan dengan adanya katup rectun. Segmen rectum berfungsi dalam penyerapan air dan ion.

(9) Kloaka

Kloaka adalah ruang tempat bermuaranya saluran pencernaan dan saluran *urogenital*.

(10)Anus

Anus merupakan ujung dari saluran genital.

2) Kelenjar pencernaan

a) Hati

Hati merupakan organ penting yang mensekresikan bahan untuk proses pencernaan, organ ini umumnya merupakan suatu kelenjar yang kompak, berwarna merah kecoklatan. Secara umum posisi hati terletak pada rongga bawah tubuh , dibelakang jantung dan sekitar usus depan. Disekitar hati terdapat organ berbentuk kantung bulat kecil, oval atau memanjang dan berwarna hijau kebiru-biruan. , organ ini dinamakan kantung empedu yang berfungsi untuk menampung cairan empedu. Organ hati tersusun oleh sel-sel hati hepatosit, dan diantara sel-sel tersebut banyak dijumpai kapiler-kapiler darah dengan limpesinusoid. Saluran darah yang masuk keorgan hati terdiri atas arteri yang berasal dari aorta doralis dan vena portal yang berasal dari saluran pencernaan. Saluran darah

yang keluar dari organ hati adalah vena hepaticus, vena kemudian menuju jantung. Secara umum, hati berfungsi sebagai metabolisme karbohidrat, lemak, dan protein serta tempat memproduksi cairan empedu. Pigmen empedu (bilirubin) merupakan hasil sintesis hati yang berasal dari hemoglobin pada sel darah merah tua. Diusus, bilirubin akan diserap kembali dan kemudian kembali kehati. Sebagai sebagian dari bilirubin pada usus akan dibuang melalui feses. Cairan empedu ini berperan sebagai emulsipikator lemak, sehingga lemak dapat di serap oleh dinding usus.

b) Pankreas

pankreas merupakan organ yang menekresikan bahan enzim dan bikarbonat yang berperan dalam proses pencernaan. Secara anatomi histologis pankreas ini ada yang berbentuk kompak dan ada yang diffus diantara sel hati. Letak pankreas berdekatan dengan usus depan sebab saluran pankreas bermuara di usus depan . Secara sitologi pankreas memiliki 2 tipe yaitu sel eksoktrin dan endoktrin. Hasil utama dari pankreas eksokrin ini adalah enzim pencernaan, yaitu enzim amilase, khitinase dan lipase. Pankreas endokrin merupakan kelompok sel yang ada diantara sel eksokrin. Oleh karena itu sel-sel merupakan sel penghasil hormon, maka posisinya selalu berhubungan dengann kapiler darah.

3) Mekanisme pencernaan

a) Pencernaan secara fisik

Pencernaan secara fisik atau mekanik dimulai dibagian rongga mulut yaitu dengan berperannya gigi dalam proses pemotongan dan penggerusan makan. Pencernaan secara mekanik ini dilanjutkan di segmen lambung dan usus yaitu dengan adanya gerakan-gerakan / kontraksi otot segmen tersebut, pencernaan tersebut terjadi secara

efektif karena adanya aktivitas cairan digestif. Mekanimenya adalah sebagai berikut: suatu makanan yang berpartikel besar akan dihidrolisis pada bagian permukaanya oleh aktifitas enzim, kemudian dengan adanya gerakan pada saluran pencernaan, maka bagian yang tercerna tersebut akan luluh. Bagian yang tersisa dari partikel terebut akan dicerna kembali oleh enzim hidrolisis dan selanjutnya akan meleleh lagi pada bagian permukaannya ketika terjadi gerakan pada saluran pencernaan, dan begitu seterusnya hingga semua partikel tersebut melarut.

b) Pencernaan secara kimiawi

Pencernaan makanan secara kimiawi dimulai dari bagian lambung. Hal ini dikarenakan cairan digentif yang berperan dalam pencernaan kimiawi mulai dihasilkan di segmen lambung. Pencernaan ini selanjutnya disempurkan disegmen usus.

4) Mekanisme penyerapan

a) Dinding sel. Sel yang berperan dalam penyerapan nutrien adalah enterosit. Sel tersebut memiliki ciri khas yaitu adanya mikrovilli pada bagian permukaan yang dengan rongga usus.

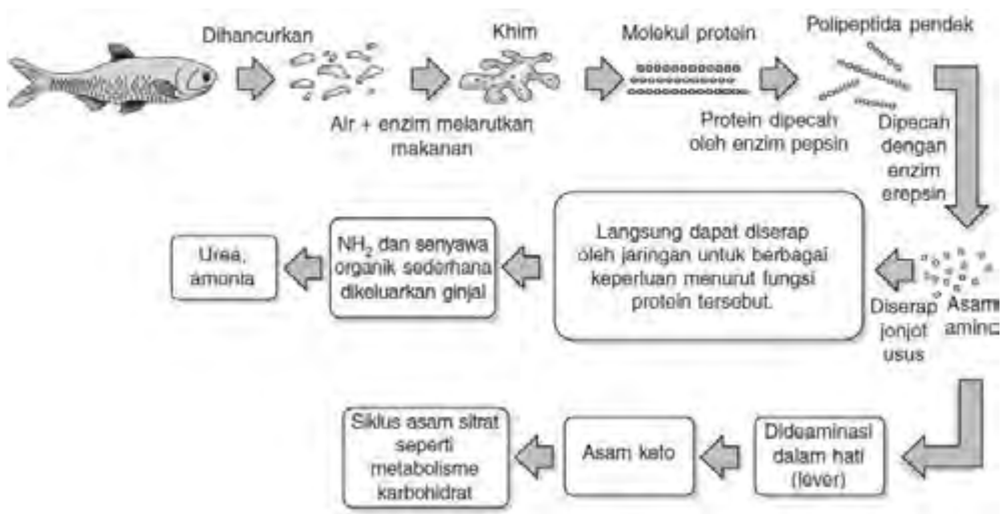
b) Difusi. Difusi adalah pergerakan molekul dari wilayah yang berkonsentrasi tinggi ke wilayah yang berkonsentrasi rendah. Difusi dapat juga melalui bantuan media transpor. Mediator transport tersebut berperan dalam pengangkutan gula, asam amino, vitamin dan bahan lain dari luar sel kedalam sel.

c) Osmose adalah proses pergerakan air dari media yang berkonsentrasi tinggi melalui membran semipermeable.

d) Transporaktif adalah pengangkutan nutrien yang mengandung energi. Energi ini diperlukan untuk mempertahankan konsentrasi ion jauh dari keadaan seimbang. Dalam proses aktif terjadi peningkatan energi bebas yang kemudian energi tersebut digunakan

untuk proses tersebut. Ion –ion yang ditranformasikan secara aktif antara lain Na, H, Ca dan sebagainya.

e) Endositosis. Endositosis adalah proses masuknya suatu bahan kedalam sel melalui membran sel. Proses endositosis dicirikan dengan terbentuknya lekukan pada permukaan sel kemudian diikuti dengan pembentukan semacam kantung yang didalamnya terdapat bahan yang akan diangkut. Isi kantung tersebut tetap terpisah dari hialoplasma dan kantung-kantung kecil tersebut dinamakan vakuola.



Gambar 25. Mekanisme pencernaan pada ikan

b. Metabolisme

Metabolisme adalah Jumlah total dari reaksi kimia yg diperlukan untuk merubah berbagai jenis bahan makanan sesuai dengan yg dibutuhkan oleh tubuh. Bahan makanan yang dirubah tersebut terdiri dari :

1) Protein.
2) Karbohidrat.
3) Lipids.
4) Air.

5) Mineral.
6) Vitamin.

Bahan makanan dirombak menjadi substansi yg lebih sederhana kemudian diabsorbsi oleh jaringan tubuh. Didalam tubuh hewan, aktivitas seluler, seperti tumbuh, gerak dan transport ion secara aktif melalui membran plasma memerlukan energi. Pada makhluk hidup; jumlah total energi dalam suatu sistem dan lingkungan sekitarnya tetap konstan, karena perubahan energi berlangsung secara konstan pula.

Hukum termodinamika I

Jumlah energi di dunia ini konstan, artinya bahwa energi
tidak dapat diciptakan ataupun dimusnahkan.
Energi hanya dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk energi yg lain

Organisme memiliki suatu sistem dinamika berupa aktifitas biologi pada tingkat seluler atau organisme tersebut. Pola aktifitas tersebut misalnya memperoleh makanan, pencernaan, penyerapan nutrien dan eliminasi sisa-sisa metabolisme. Sistem Metabolisme berperan dalam melakukan koordinasi, pengendalian dan melangsungkan proses secara berurutan. Reaksi metabolisme di dalam tubuh organisme saling terkait satu sama lain untuk menjaga *homeostasis* makhluk hidup dan energi dibutuhkan untuk menguraikan bahan makanan sehingga dapat menopang proses kehidupan. Contoh :

- Energi panas dibutuhkan mengatur suhu tubuh agar konstan.
- Energi dibutuhkan untuk proses sintesa protoplasma-protoplasma baru selama masa pertumbuhan/perbaikan jaringan, konsumsi impuls saraf, kontraksi otot dan lain-lain.

1) **Metabolisme protein**

Metabolisme protein merupakan transformasi utama/penting dari asam-asam amino menjadi suatu bentuk yang lebih mudah diserap dari usus menuju pembuluh darah dan diteruskan ke hati (liver). Protein sebagai sumber asam amino, berperan dalam pertumbuhan, perbaikan dan pengaturan tubuh. Protein sangat penting bagi tubuh dalam membentuk struktur protein, beragam sistem-sistem enzim dan hormon yg sangat diperlukan dalam reaksi-reaksi kimia.

Metabolisme protein mencakup :

a) Metabolisme asam amino

Asam amino terdiri dari Asam amino *esensial* dan Asam amino *non-esensial*. Bahan makanan yang mengandung Asam amino *esensial* antara lain Threonine, Valine, Leucine, Isoleucine, Methionine, Phenylalanin, Histidine, Tryptophan, Lysin, Arginine, Cysteine, Cystin dan Tyrosine. Sedangkan bahan makanan yang mengandung Asam amino *non-esensial* antara lain Glycine, Alanine, Serine, Aspartate, Glutamic acid, Proline, Hydroxyproline dan Arginine.

Proses oksidasi Asam Amino terdiri dari :

(1) Proses Deamination ; yakni hasil deaminasi asam-asam amino yang dikonversi dari urea melalui hati dan diekskresi ke luar tubuh menjadi ammonia melalui usus dan ginjal.

(2) Proses Transaminasi ; yakni katalisa asam amino dan asam keto oleh transaminase (asam transferase) yang bersifat bolak-balik.

Pengaruh terbesar masukan protein makanan tinggi dibandingkan dengan masukan protein rendah adalah meningkatnya konsentrasi asam amino tubuh. Dari sisi lain juga ada pengaruh kandungan protein dalam makanan terhadap aktivitas sejumlah enzim yang

berperan dalam metabolisme asam amino dan intermetlier pada ikan.

Kesimpulannya adalah bila ikan diberi makanan dengan protein tinggi/karbohidrat rendah dibandingkan dengan makanan dengan protein rendah/ karbohidrat tinggi, tingkat enzim-enzim glyelitic hati phoshor *fructokinase, pyruvatekinase*, dan *lactato*) menurun dimana enzim-enzim gluconcogenic (PEP dan tose bibhosphate) meningkat. Jadi bila makanan rendah karbohydrat diberikan, kapasitas enzim-enzim meningkat.

b) Metabolisme ammonia

Skema kontributor sebagian besar produksi amonia dalam hati ikan. Terdapatnya siklus omithime tergantung pada spesies hewan. Pada ikan teleostei hasil yang dieksresikan adalah ammonia sebagai pengganti urea. Jadi ammonia yang dihasilkan deaminasi mengikuti jalur berbeda sesuai dengan spesies masing-masing.

2) Metabolisme lemak

Pada metabolisme lemak terjadi 3 proses penting yaitu :

a) Mobilisasi lemak yg bertumpuk dalam tubuh yg berperan dalam katabolisme.
b) Penyerapan lemak.
c) Sintesis lemak di hati yg berasal dari mucosa intestinal dan jaringan serta sumber-sumber protein lainnya.

Lipid merupakan suatu kelompok senyawa heterogen yang berhubungan dengan asam lemak, baik secara aktual maupun potensial. Mereka memiliki sifat yang sama yaitu: 1) relatif tidak larut dalam air, 2) larut dalam pelarutan nonpolar seperti eter, kloroform dan benzene. Dengan demikian lipid mencakup lemak, minyak, lilin dan senyawa yang sejenis.

Lipid merupakan unsur yang penting. Tidak hanya karena nilai kalorinya yang tinggi, tetapi juga karena vitamin vitamin yang larut dalam lemak dan asam-asam lemak esensial yang terdapat pada lemak makanan alam. Dalam tubuh, lemak berfungsi sebagai sumber energi yang efisien baik secara langsung maupun potensial, bila di simpan dalam jaringan lemak. Gabungan antara lemak dan protein (lipoprotein) merupakan unsur yang penting, terdapat pada membrane sel dan dalam mitokondriadi dalam sitoplasma, dan juga berfungsi sebagai alat transport lipid dalam darah.

3) Metabolisme karbohidrat

Karbohidrat merupakan bahan makanan yang disintesa oleh tanaman dan digunakan hewan sebagai sumber energi. Karbohidrat terdapat dalam gula dan pati, melalui hidrolisa menghasilkan monosaccharida dan gula sederhana. Organ endocrine yg terlibat dalam metabolisme karbohidrat yaitu pankreas, adrenals dan anterior pituitary.

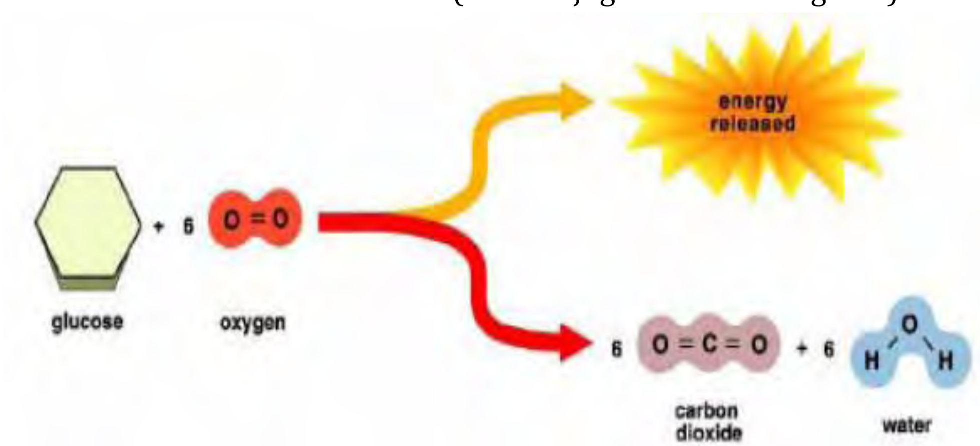
Karbohidrat merupakan zat makanan yang tergolong murah di bandingkan dengan zat makanan lain yakni protein dan lemak. Penggunaan pakan yang mengandng karbohidrat tinggi dalam budidaya semi intensif dan secara tradisional telah lama di praktekkan masyarakat, misalnya jenis bahan makanan dedak. Pemberian karbohidrat di kolam air tenang pada dasarnya untuk meningkatkan efesiensi pemanfaatan pakan alami yang kaya akan protein. Sebagai contoh : kebutuhan ikan mas dapat di penuhi dengan pakan berkadar 30-40% protein dan kaya akan energi. 50-60% kandungan energi pakan alami bersumber dari protein. Ini berarti bahwa manakala untuk ikan mas di sediakan hanya pakan alami. Ia akan memanfaatkan sebagian protein untuk energi, selanjutnya pada pakan alami berkurang, maka energi, bukan

protein, yang diganti perannya sebagai sumber energi, akan digunakan untuk pertumbuhan. Dengan demikian dalam budidaya intensif karbohidrat tidak dapat digunakan sebagai satu-satunya sumber pakan, tetapi bagian suatu komposisi pakan racikan (seperti pellet).

Untuk mendapat pengertian yang lebih lengkap terhadap pengaruh zat-zat makanan yang diserap terhadap perawatan tubuh dan pertumbuhan, maka diperlukan pengetahuan lintasan metabolic zat-zat makanan ini di dalam tubuh ikan. Dalah hal ini proses metabolisme terdapat dua arah yang berbeda, yaitu katabolisme dengan anabolisme.

(1) Katabolisme

Katabolisme ; merupakan proses pemecahan/penguraian molekul yg kompleks menjadi molekul yg lebih sederhana melalui jalur katabolisme. Respirasi sel merupakan contoh proses katabolisme yang menghasilkan energi dan disimpan dalam suatu ikatan kimia (disebut juga Reaksi eksergonik).



Gambar 26. Katabolisme biota air

Karbohidrat merupakan polihidroksialdehida, polihidrosiketon dan derivate-derivatnya. Karbohidrat yang mengandung satu gugusan aldehida atau keton dinamakan monosakarida. Senyawa ini merupakan rantai tidak bercabang yang panjangnya kisaran 3 carbon (triosa) hingga 8 carbon (oktosa). Karbohidrat yang mengandung lebih dari 8 katbon di buat dengan menggabungkan banyak unit monosakrida, membentuk disakrida (2 unit), oligosakrida (3-6 unit) dan polisakrida (lebih dari 6 unit).

Produk utama pencernaan karbohidrat, dari gula utama yg beredar adalah glukosa. Gula diserap oleh saluran pencernaan dan digunakan untuk :

- Penyerapan usus dan sirkulasi dalam darah.
- Dikonversi menjadi glikogen disimpan dlm otot.
- Ditransformasikan menjadi lemak.
- Dioksidasi sebagai sumber atau cadangan energi.
- Sebagian diekskresikan dlm urine.

Enzim yang mempercepat reaksi ini adalah hexokinase. Di dalam darah terdapat penambahan reaksi glukokinase yang meningkat oleh adanya insulin dan menurun dalan keadaan kelaparan dan diabetes. Glukosa 6 fosfat terpolimerisasi ke dalam glikogen atau di katabolisir. Proses pembentukan glikogen dinamakan glikonesis. Glikogen, bentuk tersimpan glucose, terdapat di dalam banyakan jaringan tubuh. Tetapi suplai utama adalah dalam hati dan otot-otot rangka. Penguraian glukosa menjadi asam pirivat atau asam laklat (atau keduanya) dinamakan glikoliser.

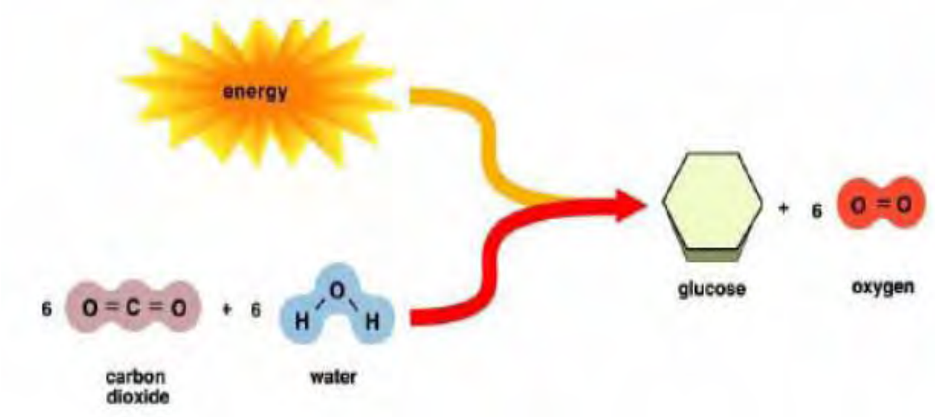
Piruvat merupakan tempat persimpangan dalam katabolisme. Pada jaringan hewan di bawah kondisi aerob piruvat adalah hasil glikolisis dan NADH terbentuk oleh dihidrogenasi gliseroldehida 3-

fosfat yang kemudian di rekomdasikan kembali menjadi NAD^+ oleh oksigen. Tetapi dibawah kondisi anaerob, di dalam otot rangka atau bakteri asam laklat NADH-nya di lepas oleh glikolisis tidak dapat di rekomdasi oleh O_2, tetapi harus di reoksidasi menjadi NAD^+ di bawah dalam bentuk NADH menjadi piruvat. Dalam glikolisis anaerobick, 3 glukosa membentuk 2 molekul asam laktat dan empat molekul ATP.

Di dalam hati ikan glikogen bukanlah bahan bakar utama manakala otot kelelahan karena kehabisan cadangan glikogen dan menumpuknya asam laktat, hati tidak menunjang kebutuhan glikogen yang besar, baik melalui generasi asam laklat maupun mengarahkan glikogen hati. Pada hewan mamalia, hati mengimpor glukosa sebagai glikogen ketika berlebihan dan melepaskannya kejaringan-jaringan lain, jika sewaktu-waktu di perlukan, seperti pada puasa. Di dalam mamalia glukosa darah di jaga dalam batas-batas normal melalui perubahan-perubahan yang besar dan teratur dalam pembentukan dan penguraian glikogen hati. Perubahan ini secara ketat di atur oleh hormone.

(2) Anabolisme

Anabolisme; merupakan proses asimilasi/penyusunan/ pembentukan molekul yg lebih kompleks dari molekul yang sederhana melalui jalur anabolisme. Proses anabolisme seringkali memerlukan energi (disebut juga reaksi endergonik).



Gambar 27. Anabolisme biota air

Pada katabolisme, karbohidrat didegradasi untuk memasuki siklus asam sitrat dan untuk menghasilkan energi yang kaya akan elektron untuk keperluan rantai respirasi. Pada lintasan anabolisme energi kimia dalam bentuk ATP dan NADPH digunakan untuk mensintesa komponen sel penting dari molekul-molekul penyusun. Glukoneogenesis istilah yang menunjukkan pembentukan D-Glukosa dari penyusun-penyusun non-karbohidrat. Penyusun D-Glukosa pada hewan adalah laktat, piruvat, gliserol, kebanyakan asam amino dan para perantara siklus kreb. Sabagian besar terjadi di dalam hati dan sedikit dalam korteks, ginjal (lehninger, 1982 *dalam* Affandi R dan Usman MT).

Sama halnya dengan glikolisis, yakni konservasi glukosa menjadi piruvat merupakan suatu lintasan utama katabolisma karbohidrat, konversi piruvat menjadi glukosa juga litasan utama glukoneogenesis. Hanya saja lintasan ini bukan merupakan kebalikan sederhana dari glikolisis.

Kebanyakan atom karbon yang digunakan pada sintesa glukosa disediakan oleh metabolisme asam amino. Beberapa asam amino

yang umum ditemukan mengalami degradasi menjadi piruvat. Oleh karena itu masuk glukoneogenesis melalui reaksi piruvat karboksilasi. Asam amino lainnya diubah menjadi antara 4 atau 5 karbon dari siklus asm sitrat, sehingga dapat meningkatkan kandungan oksalaosetat dan malat mitokondria.

Pada hewan biosintesa glikogen (glikogenesis) terjadi dalam seluruh jaringan tetapi yang menonjol adalah pada hati dan otot rangka. Titik awal sitesa glikogen dari glukosa bebas adalah reaksi heksokinesa. Heksokinesa yang memfosforilasi glukosa menjadi glukosa 6-fosfat di otot.

ATP+D-Glukosa $\longrightarrow$ D-Glukosa 6-Fosfat + ADP.

Dihati enzim yang berperan adalah glukokinase, tetapi berikutnya glukosa 6-fosfat diubah secara reversibel menjadi glukosa 1-fosfat oleh fosfogluromutase.

Glukosa 6-fosfat $\longleftrightarrow$ glukosa 1-fosfat

Setelah itu tiba pada kunci reaksi dalam biosintesa glikogen, sesuatu yang tidak menyertai penguraian glikogen, yakni pembentukan uridin difosfat glukosa (UDP-glukosa) oleh kerja enzim glukosa 1-fosfat uridilil transferase (lehginnger, 1982) atau UDP-glukosa pirofosforilase (Colby, 1989 *dalam* Affandi R dan Usman MT, 2002).

c. Pertumbuhan

Pada tingkat individu dan populasi pertumbuhan didefinisikan sebagai proses perubahan ukuran (panjang, berat, atau volume) pada periode waktu tertentu (level individu). Pengukuran berat yang paling baik adalah berat kering, dan berat basah kurang efektif karena kurang bervariasi.

Pertumbuhan adalah proses perubahan jumlah individu atau biomas pada periode waktu tertentu (level populasi). Beberapa aspek yang berkaitan dengan pertumbuhan :

1) Regenerasi

   Semua binatang/hewan memiliki kemampuan untuk menyusun kembali jaringan/bagian tumbuh yang telah hilang, baik padaa waktu proses fisiologis normal maupun rusak karena luka. Contoh: amuba dapat tumbuh dari fragmen 1/80 dari tumbuh asal, dalam hal mana nukleusnya termasuk dalam fragmen tersebut. 1/200 dari tumbuh hidra atau 1/280 dari tumbuh planaria dibutuhkan untuk dapat melakukan regenerasi menjadi binatang baru secara lengkap.

   Oligochaeta dapat melakukan regenerasi dari 1 segmen. Jadi pada hewan tingkat rendah potensi regenerasi dari pragmen yang sangat kecil ini merupakan hal yang umum. Pada golongan hewan yang lebih maju, kehilangan sering diperbaharui, misalnya : penutup luar kutikula, chitin Salamander dapat mengganti kaki yang hilang, cecak dapat menyusun kembali ekor yang putus. Pada vertebrata, regenerasi jarang terjadi dan kerusakan yang parah di perbaharui dengan dibentuknya jaringan pengikat. Kecuali kepada jaringan kusus seperti : hati, gonad, daging khusus.

Vorontsova, dan liosner (1960), menetapkan tiga regenarasi, yaitu :

a) Regenarasi fisiologi (pembaharuan sel). Merupakan fungsi normal dan reguler dari beberapa organ seperti : kelenjar susu, membran neuklosa dan bagian luar kulit.
b) Regenerasi resparasi, merupakan regenerasi yang diprovokasi oleh luka atau trauma.
c) Reproduksi aseksual, merupakan proses alami yang melibatkan isolasi bagian dari tubuh binatang membentuk organisme baru yang serupa.

2) Metamorfosa

Metamorfosa adalah suatu reorganisasi jaringan pada suatu stadia pasca embrio. Proses ini dialami oleh suatu binatang dalam rangka memepersiapkan diri untuk hidup dalam suatu habitat yang berbeda. Contoh :

a) Metamorfosa pada ikan Lamprey (*Petromyzon masimus*) pada stadia larva hidup sebentar pada lumpur didasar sungai, makanan berupa partikel berukuran kecil. Pada waktu dewasa, terbentuk mata, hidup bersifat parasit pada ikan lain dan melakukan migrasi ke perairan laut. Pada saat pergantian kebiasaan hidup ini terjadilah metamorfosa.
b) Ikan Sidat (*Angulia* sp) pada stadia larva (elver), berada dilaut lepas kemudian terbawa arus ke arah pantai dan selanjutnya hingga dewasa, ikan tersebut hidup di perairan payau atau tawar dan baru kembali ke laut dalam ketika akan terpijah, pada saat perubahan dari larva menjadi juvenil terjadi metamorfosa.
c) Ikan sebelah (*Limanda* sp), pada stadia larva hidup planktonik tubuh symetrik bilateral, kemudian mengalami metamorfosa, mata menjadi pada satu sisi dan hidupnya didasar (Benthik).

3) Moulting

Moulting adalah suatu proses pelepasan secara priodik cangkang yang sudah tua dan pembentuk cangkang yang baru dengan ukuran yang lebih besar. Pada moulting terbagi menjadi empat tahap yaitu: premoulting, molt, pot, dan intermolt. Sejumlah kecil sel (kurang dari 1%) dibentuk setiap hari bukan untuk memperbaharui jaringan tetapi sebagai kompensasi untuk sel yang hilang karena luka. Jaringan seperti renal cortex, hati, ginjal, dan thyroid setelah post mitotic secara abnormalnya tidak membelah diri lagi kecuali bila regenerasi atau perbaikan diri. Penambahan sel baru, sel tersebut jumlahnya tidak tetap (*post mitotic*).

4) Hormon Pertumbuhan

Grow hormone (GH), atau dikenal juga sebagai somatic hormon (STH) adalah protein anabolic protein yang mempengaruhi pertumbuhan banyak jaringan. Berperan penting di dalam metabolisme protein, lemak, dan karbohidrat, juga transpor asam amino, bertindak sebagai pemerkuat didalam meningkatkan pengaruh hormon-hormon lain. Tidak hanya sytem kerangka saja, hormon ini tampak menunda katabolisme asam-asam dan memacu inkorporasinya kedalam protein tubuh.

Pengaruh GH (STH) terhadap species lain mempunyai kekhususan tertentu. Hormon tubuh yang diperoleh dari ekstrak hipofisa dari ikan tidak akan memberikan efek bila diberikan pada tikus. Sebaliknya ikan akan tumbuh dengan baik bila ikan tersebut diberi hormon tumbuh dari hewan yang sama atau hewan yang lain. Grow hormone telah diisolasi dari kelenjar hipofisa ikan grass carp (*Cienopharyngodon isellus*), kemudian disuntikan sebanyak 0,2 íg/gr dan 1 íg/gr setelah 35 hari diperoleh laju pertumbuhan 24 % dan 53 % lebih besar dibandingkan dengan kontrol.

Hormon tiroid adalah hormon yang dihasilkan oleh kelenjar tiroid. Kelenjar tiroid terdapat pada seluruh vertebrata, namun kelenjar itu sangat bervariasi dalam bentuk dan posisi histomiknya. Fungsi kelenjar tiroid adalah, membuat, menyimpan dan mengeluarkan sekresi yang terutama berhubungan dengan pengaturan metabolisme , merancang laju dari sel- sel tertentu dalam tubuh untuk melakukan oksidasi terhadap bahan makanan. Sedangkan fungsi hormon tiroid adalah dapat meningkatkan konsumsi oksigen. Pemberian hormon tiroid dalam dosis farmakolagis akan meningkatkan konsumsi oksigen oleh mitokondria. Bersamaan dengan meningkatnya oksigen oleh mitokondria, hormon tiroid akan melakukan hambatan terhadap sintesis ATP. Peningkatan kondisi oksigen karena pemberian hormon tiroid nampaknya digunakan untuk meningkatkan aktivitas transpor natrium dengan akibat meningkatnya pembentukan ATP.

Pengaruh hormon tiroid terhadap sintesis protein melalui aktivitas DNA, metabolisme nitrogen bergantung pada dosis yang diberikan. Hormon tiroid mempercepat laju penyerapan monoksida dari saluran pencernaan. Pemasukan glukosa dan penggunaanya di dalam sel-sel tubuh dan tingkatkan oleh hormon tiroid. Bila kebutuhan glukosa didalam sel meningkat dan hal ini akan diikuti oleh menurunnya cadangan glikogen yang terdapat didalam hati, jantung, dan otot.

Fungsi lain dari hormon tiroid adalah sistesis vitamin A yang berasal dari caroten didalam hati. Kontraksi otot, metabolisme air dan mineral , disamping peranannya sebagai pelindung kulit juga berperan aktif didalam pengaturan temperatur tubuh. Pada ikan keberadaan hormon telah ada pada masa telur dan larva ikan sampai dewasa beberapa ikan air tawar , payau dan laut. Penggunaan hormon lain yang dihasilkan oleh

kelenjar tiroid adalah calsitosin. Calsitosin pada ikan berfungsi dalam proses adaptasi lingkungan yang berubah-ubah.

Selain hormon tiroid, hormon pertumbuhan lainnya adalah Hormon steroid terdiri dari hormon androgen dan estrogen. Androgen yang terdapat dalam tubuh ada 4 macam , namun potensi yang sangat tinggi. Tetosteron (17 betha hidroxy andros -4 –en -3 one). Fungsi androgen hubunganya dengan pertumbuhan adalah mempunyai daya menahan nitrogen dalam badan, sehingga terjadi pertambahan bobot badan karena adanya pertambahan protein. Selain itu testosteron juga dapat bekerja timbal balik dengan kelenjar hipopisa yang dapat merangsang sintesis hormon-hormon pertumbuhan dan prolaktin serta tiroid hormon.

Sedangkan fungsi fisiologis dari estrogen adalah:

a) Menyebabkan pertambahan sintesa dan sekresi hormon tumbuh,
b) Merangsang adrenat cortex untuk mensintesa dan melapaskan zat-zat bersipat androgen. Pada ikan pemberian diethilstillbestrol 1,2 mg/kg diet meningkatkan pertumbuhan ikan *small phice* ,

Mekanisme kerja hormon steroid . Hormon steroid dapat masuk kedalam sel dengan melintasi membran plasma permeabel dengan cara diffusi dengan mudah tanpa adanya hambatan dari membran plasma yang dilintasinya. Setelah itu, akan berinteraksi dengan reseptor yang spesifik yang terdapat didalam sitoplama. Selanjutnya setelah diaktifkan oleh suatu rangsangan hormon ini akan mengalami perpindahan tempat didalam hati. Kelebihan pembentukan hormon tumbuh yang berlebihan akan mengakibatkan terjadinya pertumbuhan raksasa.

3. Tugas

Mengeksplorasi/Eksperimen 3

Judul : Sistem pencernaan dan metabolism.

Tujuan : Setelah menyelesaikan lembar kerja ini peserta didik mampu menganalisis laju pengosongan lambung ikan.

Alat dan bahan :

1. Modul
2. Buku
3. Internet
4. Pakan buatan
5. Akuarium/bak
6. Aerator
7. Lab/tissue
8. Sampel Biota air (ikan, krustacea, kerang, rumput laut) sebanyak 12 ekor
9. Timbangan digital
10. Heather
11. Thermometer
12. Kamera
13. Alat tulis menulis

Langkah kerja :

1. Lakukan kegiatan mencari informasi tentang sistem pencernaan dan metabolisme berbagai biota air dari berbagai studi pustaka/literatur !
2. Diskusikan bersama teman kelompok tentang sistem pencernaan dan metabolisme berbagai biota air untuk mendapatkan pemahaman yang sama !
3. Tentukan sampel ikan yang akan diamati (ukuran sampel harus seragam) !
4. Lakukan persiapan wadah dan media pemeliharaan ikan yang akan diamati !
5. Lakukan penimbangan seluruh sampel ikan untuk mendapatkan berat rata-rata ikan !
6. Lakukan pemeliharaan ikan dengan memberi pakan buatan kemudian dipuasakan selama 24 jam!
7. Setelah sampel dipuasakan, lakukan pemberian pakan sampai kenyang (adlibitum).
8. Sampel yang telah diberi pakan, sebagian dimasukkan ke wadah perlakuan suhu 27^{o}C dan sebagian lagi dimasukkan ke wadah perlakuan suhu kamar !

9. Lakukan penimbangan 2 ekor ikan dari masing-masing wadah perlakuan. Selanjutnya ikan dibedah !
10. Lakukan pengeluaran isi lambung ikan dan ditimbang berat isi lambung (sebagai berat awal !
11. Lakukan penimbangan dan pembedahan pada sampel ikan lain dari 2 perlakuan tersebut pada jam ke-1 dan jam ke-2 sejak pemindahan dari wadah perlakuan !
12. Lakukan perhitungan laju pengosongan lambung dengan rumus berikut :

$$\text{DKL } (\%) = \frac{\text{Berat pakan dalam lambung}}{\text{Berat sampel ikan}} \times 100\%$$

DKL : Derajat Kepenuhan Lambung

13. Lakukan analisis terhadap proses laju pengosongan lambung biota air !
14. Buatlah laporan hasil pengamatan pencernaan biota air !

Mengasosiasikan/ Mengolah Informasi

Kesimpulan hasil eksplorasi **:**

a. Sistem pencernaan dan metabilosme bioata air :
……………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………
………………………………………………….
b. Fungsi alat dan kelenjar pencernaan bioata air :
……………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………
………………………………………………….
c. Mekanisme pencernaan dan penyerapan :
……………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………
………………………………………………….
d. Proses metabolisme protein, metabolisme lemak dan metabolisme karbohidrat :
……………………………………………………………………………………
………………………………………………………
…………………………………………………………………………………..

Guru Mata Pelajaran — Kelompok ….

(…………………………………….) — (……………………………………….)

Mengkomunikasikan

Presentasikan hasil kerja kelompok Anda di depan teman-teman. Apakah ada tanggapan / masukan / sanggahan dari hasil kerja kelompok Anda.



4. Tes Formatif

1) Yang termasuk mekanisme fisik pencernaan adalah....
   a. Cairan empedu.
   b. Enzim.
   c. Gerakan peristaltik.
   d. HCl.
2) pencernaan yang diameternya relatip lebih besar dinamakan ….
   a. Mulut.
   b. Esofagus.
   c. Faring.
   d. Lambung.
3) Berdasarkan anatomisnya bentuk lambung pada ikan bawal adalah...
   a. Berbentuk memanjang.
   b. Berbentuk fison.
   c. Berbentuk kaeka.
   d. Berbentuk membulat.
4) Segmen terpanjang dari saluran pencernaan, adalah...
   a. Mulut.
   b. Rektum.
   c. Philorus.
   d. Usus.
5) Ruang tempat bermuaranya saluran pencernaan dan saluran urogenital, adalah….
   a. Kloaka.
   b. Anus.
   c. Rektum.
   d. Mulut.

6) Tempat metabolisme karbohidrat, lemak, dan protein serta tempat memproduksi cairan empedu adalah fungsi dari …

a. Jantung.
b. Ginjal.
c. Hati.
d. Empedu.

7) Enzim yang sangat berperan dalam pencernaan protein adalah...

a. Proteinase.
b. Lipase.
c. Elastase.
d. Peptid.

8) Proses pergerakan air dari media yang berkonsentrasi tinggi melalui membran semipermeable adalah....

a. Difusi.
b. Transproaktif.
c. Osmose.
d. Endositosis.

9) Proses pemecahan/penguraian molekul yang kompleks menjadi molekul yang lebih sederhana di sebut ....

a. Katabolisme.
b. Anabolisme.
c. Hexokinase.
d. Glikogenase.

10) Proses perubahan jumlah individu atau biomas pada periode waktu tertentu adalah…

a. Regenerasi.
b. Pertumbuhan.
c. Moulting.
d. Metamorfosa.

Kegiatan Belajar 3. Sistem Reproduksi Biota Air

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini, peserta didik dapat :

a. Mengidentifikasi alat kelamin biota air.
b. Memahami perkembangan gonad dan perkembangan sel gamet biota air.
c. Menentukan pematangan akhir gonad biota air.
d. Mengidentifikasi anatomi sperma dan telur biota air.
e. Mengidentifikasi motilitas dan daya tahan sperma serta mikrofil telur.
f. Memahami cara reproduksi biota air.
g. Memahami proses pemijahan, ovulasi dan proses penetasan biota air.

2. Uraian Materi

Melalui kegiataan pengembangbiakan (reproduksi), siklus hidup biota air dapat berkesinambungan, dengan kata lain selain itu dari segi ekonomi juga dapat menguntungkan. Namun demikian, kegiatan pengembangbiakan bukanlah suatu hal yang mudah, karena banyak sekali aspek-aspek yang perlu diketahui sebelum melakukan kegiatan pemulihan. Salah satu diantaranya adalah aspek reproduksi. Reproduksi dapat memberikan gambaran tentang aspek bioligi yang terkait proses reproduksi, mulai dari diferensiasi seksual hingga dihasilkannya individu baru (larva). Sistem Reproduksi merupakan sistem yang meliputi proses yang akhirnya menghasilkan keturunan (individu baru) untuk mempertahankan kelestarian spesiesnya.

Untuk menghasilkan keturunan secara alamiah diperlukan sel-sel kelamin (gonad) jantan (pada individu jantan) dan gonad betina (pada individu betina). Gonad jantan disebut testes, Gonad betina disebut ovarium. Testes menghasilkan sperma, sedangkan ovarium menghasilkan telur. Dalam mempelajari sistem reproduksi selain melihat jenis kelaminnya, juga penting diketahui tingkat kematangan gonadnya sehingga dapat dilakukan pendugaan

tentang waktu/musim pemijahan, tempat pemijahan dan kesiapan individu ikan untuk dipijahkan.

Mengamati

- Bentuklah kelompok peserta didik dalam jumlah 4 – 5 orang
- Lakukan kegiatan mencari informasi dari buku atau bahan ajar, internet, video dan lain-lain sehingga anda bisa memahami sistem reproduksi biota air.
- Adapun informasi yang harus anda cari adalah **:**
  a. Alat reproduksi biota air
  b. Perkembangan gonad dan perkembangan sel gamet biota air
  c. Proses pematangan akhir gonad biota air
  d. Anatomi sperma dan telur biota air
  e. Proses motilitas dan daya tahan sperma serta mikrofil telur
  f. Cara reproduksi biota air
  g. Proses pemijahan, ovulasi dan proses penetasan biota air

Setelah anda mendapatkan informasi, lakukan diskusi antar kelompok dengan cara setiap kelompok bertukar informasi atau bertanya tentang sistem reproduksi biota air !



Menanya

1) Bandingkan informasi yang anda peroleh dengan informasi kelompok lain, dapat dimulai dengan proses pertanyaan sebagai berikut :
   a. Bagaimana alat reproduksi biota air
   b. Bagaimana perkembangan gonad dan perkembangan sel gamet biota air
   c. Bagaimana proses pematangan akhir gonad biota air
   d. Bagaimana anatomi sperma dan telur biota air
   e. Bagaimana proses motilitas dan daya tahan sperma serta mikrofil telur
   f. Bagaimana proses reproduksi biota air
   g. Bagaimana proses pemijahan, ovulasi dan proses penetasan biota air
2) Adakah perbedaan informasi dari yang anda peroleh ? Jika ada, sebutkan !
3) Tuliskan kesimpulan anda tentang sistem reproduksi biota air dan diserahkan pada guru !

a. Pengembangbiakan biota air

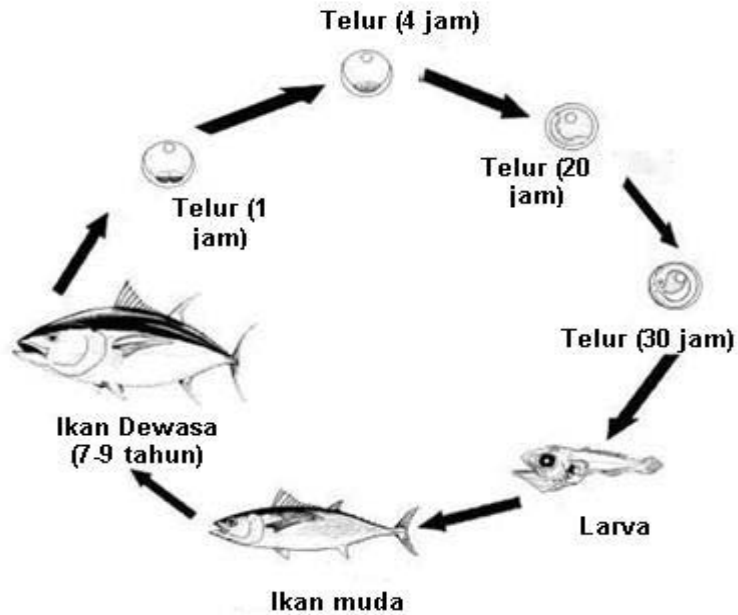
Pengembangbiakan (Reproduksi) adalah kemampuan individu untuk menghasilkan keturunan sebagai upaya untuk melestarikan jenisnya atau kelompoknya. Tidak setiap individu mampu menghasilkan keturunan, tetapi setidaknya reproduksi akan berlangsung pada sebagian besar individu yang hidup di permukaan bumi ini. Kegiatan reproduksi pada setiap jenis hewan air berbeda-beda tergantung kondisi lingkungan. Ada yang berlangsung setiap musim atau kondisi tertentu setiap tahun. Ikan memiliki variasi yang luas dalam strategi reproduksi agar keturunannya mampu bertahan hidup. Tiga strategi reproduksi yang paling menonjol : (1) Memijah hanya terjadi bilamana energi (lipid) cukup tersedia; (2)Memijah dalam proporsi ketersediaan energi; (3) Memijah dengan mengorbankan semua fungsi yang lain, jika sesudah itu individu tersebut mati.

Pada pengembangbiakan ikan contohnya ikan mas dimulai dari perkembangan di dalam gonad (ovarium pada ikan betina yang menghasilkan telur dan testis pada ikan jantan yang menghasilkan sperma). Sebenarnya pemijahan ikan mas dapat terjadi sepanjang tahun dan tidak tergantung pada musim. Namun, di habitat aslinya, ikan mas sering memijah pada awal musim hujan, karena adanya rangsangan dari aroma tanah kering yang tergenang air. Secara alami, pemijahan terjadi pada tengah malam sampai akhir fajar. Menjelang memijah, induk-induk ikan mas aktif mencari tempat yang rimbun, seperti tanaman air atau rerumputan yang menutupi permukaan air. Substrat inilah yang nantinya akan digunakan sebagai tempat menempel telur sekaligus membantu perangsangan ketika terjadi pemijahan.

Sifat telur ikan mas adalah menempel pada substrat. Telur ikan mas berbentuk bulat, berwarna bening, berdiameter 1,5-1,8 mm, dan berbobot 0,17-0,20 mg. Ukuran telur bervariasi, tergantung dari umur dan ukuran

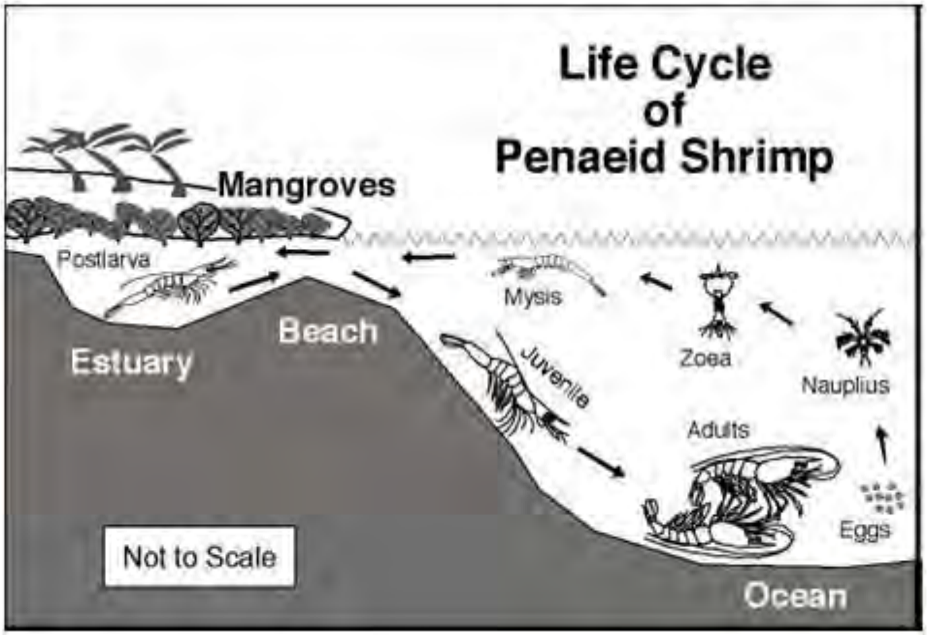
atau bobot induk. Embrio akan tumbuh di dalam telur yang telah dibuahi oleh spermatozoa. Antara 2-3 hari kemudian, telur-telur akan menetas dan tumbuh menjadi larva. Larva ikan mas mempunyai kantong kuning telur yang berukuran relatif besar sebagai cadangan makanan bagi larva. Kantong kuning telur tersebut akan habis dalam waktu 2-4 hari. Larva ikan mas bersifat menempel dan bergerak vertikal. Ukuran larva antara 0,5-0,6 mm dan bobotnya antara 18-20 mg. Larva berubah menjadi *kebul* (larva stadia akhir) dalam waktu 4-5 hari. Pada stadia kebul ini, ikan mas memerlukan pasokan makanan dari luar berupa pakan alami untuk menunjang kehidupannya. Setelah 2-3 minggu, kebul tumbuh menjadi *burayak* yang berukuran 1-3 cm dan bobotnya 0,1-0,5 gram. Antara 2-3 minggu kemudian burayak tumbuh menjadi *putihan* (benih yang siap untuk didederkan) yang berukuran 3-5 cm dan bobotnya 0,5-2,5 gram. Putihan tersebut akan tumbuh terus. Setelah tiga bulan berubah menjadi *gelondongan* yang bobot per ekornya sekitar 100 gram.

Gelondongan akan tumbuh terus menjadi *induk*. Setelah enam bulan dipelihara, bobot induk ikan jantan bisa mencapai 500 gram. Sementara itu, induk betinanya bisa mencapai bobot 1,5 kg setelah berumur 15 bulan dan telah siap untuk mengadakan pemijahan. Bilamana energinya cukup tersedia dan didukung musim, induk ikan mas akan memijah kembali setiap 3 bulan sekali.

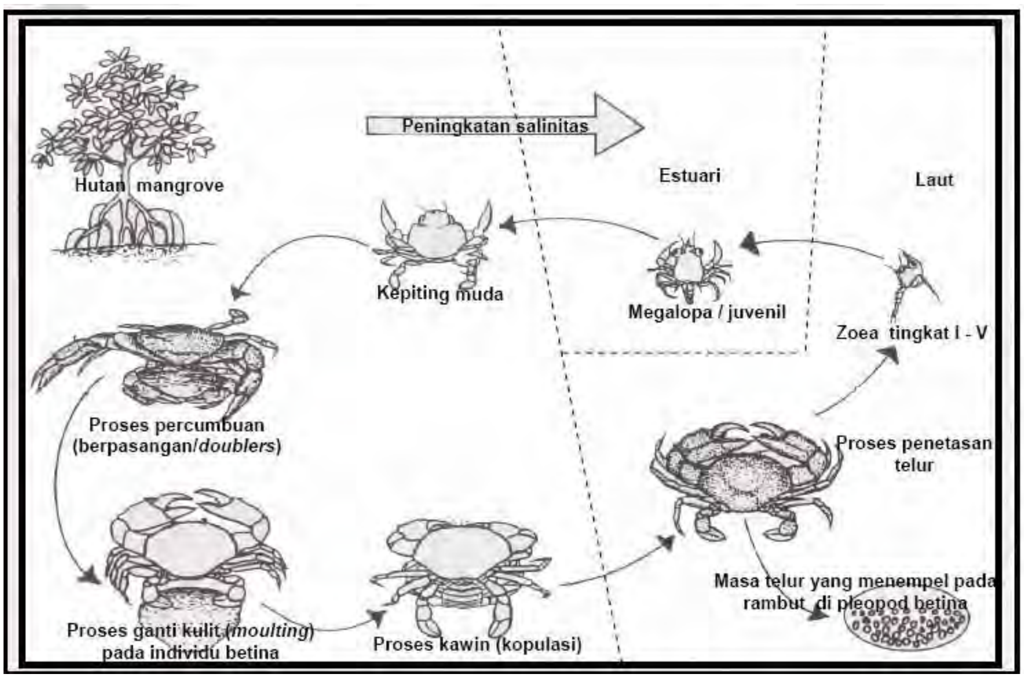


Gambar 28. Siklus hidup ikan

Pada pengembangbiakan udang (krustacea) contohnya udang windu dimulai saat udang menjadi dewasa dan bertelur hanya di habitat air laut. Betina mampu menelurkan 50.000 hingga 1 juta telur, yang akan menetas setelah 24 jam menjadi larva (nauplius). Nauplius kemudian bermetamorfosis memasuki fase ke dua yaitu zoea (jamak *zoeae*). Zoea memakan ganggang liar. Setelah beberapa hari bermetamorfosis lagi menjadi mysis (jamak *myses*). Mysis memakan ganggang dan zooplankton. Setelah tiga sampai empat hari kemudian mereka bermetamorfosis terakhir kali memasuki tahap pascalarva: udang muda yang sudah memiliki ciri-ciri hewan dewasa. Seluruh proses memakan waktu sekitar 12 hari dari pertama kali menetas. Pada tahap ini, udang budidaya siap untuk diperdagangkan, dan disebut sebagai benur. Di alam liar, postlarvae kemudian bermigrasi ke estuari, yang sangat kaya akan nutrisi dan bersalinitas rendah. Di sana mereka tumbuh dan kadang-kadang bermigrasi lagi ke perairan terbuka di mana mereka menjadi dewasa. Udang dewasa merupakan hewan bentik yang utamanya tinggal di dasar laut.



Gambar 29. Siklus hidup udang

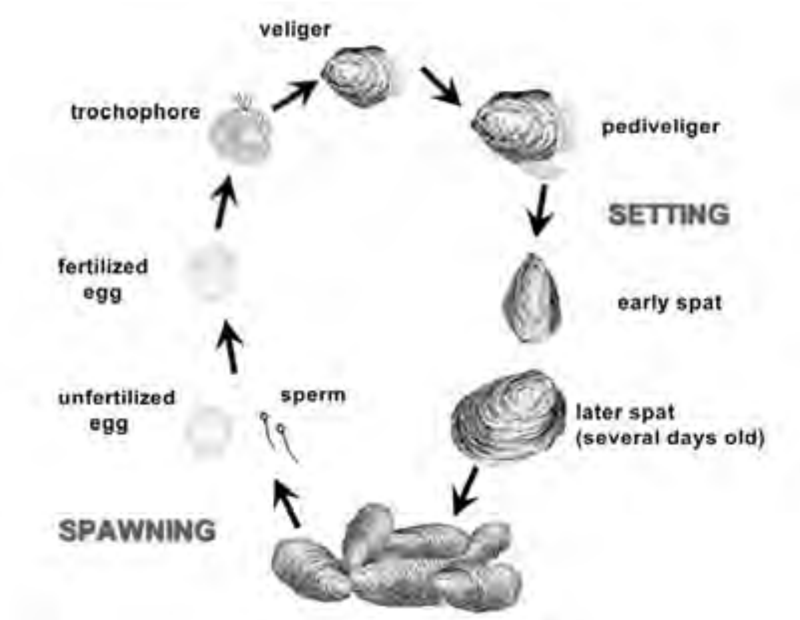


Gambar 30. Siklus hidup kepiting

Pada jenis kerang (Molluska) contohnya Tiram mutiara, Induk kerang dapat memijah sepanjang tahun pada suhu perairan 25ºC - 28ºC dimana terjadi pembuahan di luar tubuh antara telur dengan sperma di dalam air dan

terapung-apung di laut. Setelah telur dibuahi akan mengalami perubahan bentuk menjadi penonjolan polar bodi I, polar II, lalu membentuk polar polar lobe II yang merupakan awal proses pembelahan sel. Mula-mula sel membelah menjadi 2, 4, 6, 8, sampai menjadi multi sel dan berakhirnya proses pembelahan sel setelah sel menjadi larva (*trokofor*). Pada stadium ini larva belum mempunyai kulit tubuh hanya diliputi silia atau bulu getar dan bergerak dengan arah rotasi. Beberapa hari kemudian *trokofor* berkembang menjadi *voliger* (larva bentuk D) yang ditandai dengan tumbuhnya organ-organ mulut, pencernaan dan tubuhnya diselimuti lapisan kulit tipis.

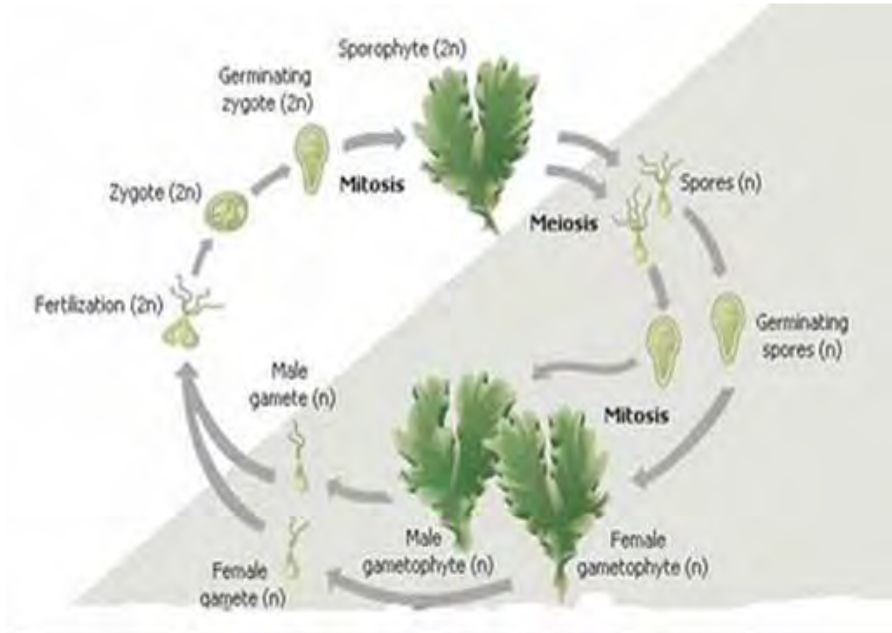
Dengan tumbuhnya velum, larva memasuki stadia umbo yang sangat sensitif terdapat cahaya dan melayang-layang di permukaan air, kemudian menjadi poliveliger yang diikuti tumbuhnya kaki sebagai akhir stadium planktonik. Larva berkembang menjadi spat (bibit) dan akan menetap, tumbuh dan berkembang di tempat tersebut. Selanjutnya tiram mutiara dapat berubah kelaminnya baik dari jantan menjadi betina atau sebaliknya betina menjadi jantan. Banyak ahli yang sependapat bahwa *Pinctada margarifera* dan *Pinctada maxima* terjadi perubahan kelamin yang bertepatan musim berpijah setelah telur atau sperma habis disemburkan keluar.



Gambar 31. Siklus hidup kerang

Perkembang biakan rumput laut pada dasarnya ada dua macam, yaitu secara kawin dan tidak kawin. Pada perkembang biakan secara kawin,gametofit jantan melalui pori spermatangian akan menghasilkan sel jantan yang disebut spermatia. Spermatia akan membuahi sel betina pada cabang carpogonia dari gametofit betina. Hasil pembuahan ini adalah carpospora, yang setelah proses germinasi akan tumbuh menjadi tanaman yang tidak beralatkelamin atau sporofit.

Perkembang biakan secara tidak kawin terdiri dari penyebarantetraspora, vegetatif, dan konjugatif. Tetraspora adalah spora yang dihasilkanoleh sporofit dewasa, yang akan tumbuh menjadi tanaman beralat kelamin,yaitu gametofit jantan dan gametofit betina sesudah terjadinya prosesgerminasi. Perkembang biakan secara vegetatif adalah dengan cara setek. Potongan seluruh bagian talus akan membentuk cabang baru dan tumbuhberkembang. Sedangkan konjugasi adalah proses peleburan dinding sel danpencampuran protoplasma antara dua thally.



Gambar 18. Siklus hidup rumput laut (alga)

b. Alat kelamin biota air

Pada prinsipnya, alat kelamin hewan terdiri dari dua jenis kelamin yaitu jantan dan betina. Suatu populasi terdiri dari ikan-ikan yang berbeda seksualitasnya, maka populasi tersebut disebut populasi heteroseksual, bila populasi tersebut terdiri dari ikan-ikan betina saja maka disebut monoseksual.

1) Kelamin jantan

testis merupakan sepasang organ memanjang yang terletak pada dinding odrsal. Pada family poecilidae kedua organ testis dibungkus dalam satu kantong. Dari testis keluar satu pembulu sperma (*vas differens*) pada bagian permukaan mesodorsal yang bermuara diantara arus dan pembulu urinari.

Organ reproduksi jantan terdiri dari sepasang testis, seminal vesikel dan saluran sperma. Didalam tubuh tersebut terdapat sel germinal dan sel tori, sedangkan di luar tubulus terdapat sel intertisial atau sel leydig. Sel germinal terkumpul dalam kista-kista seminiferi yang berbeda yaitu

sperma tosit prime, sperma tosit sekunder dan spermati pada tingkat yang berbeda dan sperma masing- masing kista dibatasi oles sel-sel sertoli.

2) Kelamin Betina

Organ kelamin betina (ovari) pada kebanyak ikan tolestei adalah berupa sepasang organ yang terletak di rongga tubuh. Rongga ovari berlajnut dengan oviduct yang terbuka kearah ovipore pada papilah orugenital. Pada sebagian species pasangan ovari menyatu menjadi satu organ. Selama perkembangan ovari terdiri dari oogonia, oosit yang mengelilingi sel-sel folikel, disongkok oleh atau sel-sel stroma (penunjang) dari jaringan pembuluh darah dan jaringan syaraf.

Tiga tipe ovari menurut Wallace dan Salman dalam Nagahama (1983) yaitu:

c) Ovari sinkron/serempak, artinya perkembangan ovari singkron, berkembang bersama, keluar bersama dan sesudah itu mati. Hal ini ditemukan pada sidat katadromus.
d) Ovari sinkron sebagian yaitu ovari memiliki lebih dari dua kelompok oosit pada perbedaan tahap perkembangan, misalnya pada ikan trout pelangi. Umumnya memijah satu kali setahun musimnya relatif pendek.
e) Ansycronous (metachrom) atau ovari tidak sinkron. Ovari memiliki oosit pada semua tingkat perkembangan, tipe ini ditemukan pada semua spesies ikan mas, yang memijah dalam waktu dan musim yang panjang.



Gambar 32. Alat kelamin sekunder ikan jantan dan ikan betina

Hewan hermaprodit mempunyai baik jaringan ovarium maupun jaringan testis yang sering dijumpai dalam beberapa famili ikan. Kedua jaringan tersebut terdapat dalam satu organ dan letaknya seperti letak gonad yang terdapat pada individu normal. Pada umumnya, ikan hermaprodit hanya satu sex saja yang berfungsi pada suatu saat, meskipun ada beberapa spesies yang bersifat hemaprodit sinkroni. Berdasarkan perkembangan ovarium dan atau testis yang terdapat dalam satu individu dapat menentukan jenis hermaproditismenya.

a) *Hermaprodit sinkron/simultaneous.*

Dalam gonad individu terdapat sel kelamin betina dan sel kelamin jantan yang dapat masak bersama-sama dan siap untuk dikeluarkan. Hewan hermaprodit jenis ini ada yang dapat mengadakan pembuahan sendiri dengan mengeluarkan telur terlebih dahulu kemudian dibuahi oleh sperma dari individu yang sama. Ada juga yang tidak dapat mengadakan pembuahan sendiri. Hewan ini dalam satu kali pemijahan dapat berlaku sebagai jantan dengan mengeluarkan sperma untuk membuahi telur dari ikan yang lain,

dapat pula berlaku sebagai betina dengan mengeluarkan telur yang akan dibuahi sperma dari individu lain.

b) *Hermaprodit protandrous.*

Hewan ini mempunyai gonad yang mengadakan proses diferensiasi dari fase jantan ke fase betina. Ketika ikan masih muda gonadnya mempunyai daerah ovarium dan daerah testis, tetapi jaringan testis mengisi sebagian besar gonad pada bagian lateroventral. Setelah jaringan testisnya berfungsi dan dapat mengeluarkan sperma, terjadi masa transisi yaitu ovariumnya membesar dan testis mengkerut. Pada ikan yang sudah tua, testis sudah tereduksi sekali sehingga sebagian besar dari gonad diisi oleh jaringan ovarium yang berfungsi, sehingga ikan berubah menjadi fase betina. Contoh ikan-ikan yang termasuk dalam golongan ini antara lain *Sparus auratus, Sargus annularis, Lates calcarifer (ikan kakap).*

c) *Hermaprodit protoginynous.*

Hewan *Hermaprodit protoginynous*, proses diferensiasi gonadnya berjalan dari fase betina ke fase jantan. Pada beberapa ikan yang termasuk golongan ini sering terjadi sesudah satu kali pemijahan, jaringan ovariumnya mengkerut kemudian jaringan testisnya berkembang. Salah satu spesies ikan di Indonesia yang sudah dikenal termasuk ke dalam golongan hermaprodit protogini ialah ikan belut sawah (*Monopterus albus) dan ikan kerapu* Lumpur (*Epinephelus tauvina).*

c. Perkembangan Gonad

Perkembangan gonad merupakan bagian dari reproduksi ikan sebelum terjadi pemijahan. Selama proses reproduksi, sebagian besar hasil metabolisme tertuju pada perkembangan gonad. Hal ini menyebabkan terdapat perubahan dalam gonad itu sendiri. Umumnya pertambahan bobot gonad pada ikan betina 10-25 % dan pada ikan jantan 5-10 % dari bobot tubuh. Pengetahuan tentang perubahan atau tahap-tahap kematangan gonad diperlukan untuk mengetahui perbandingan ikan-ikan yang akan atau tidak melakukan reproduksi. Dalam Bioper pencatatan perubahan atau tahap-tahap kematangan gonad diperlukan untuk mengetahui perbandingan ikan-ikan yang melakukan reproduksi atau tidak. juga didapatkan keterangan bilamana ikan akan memijah, baru memijah atau sudah selesai memijah, ukuran ikan pada saat pertama kali gonadnya masak, ada hubungan dengan pertumbuhan ikan , dan faktor lingkungan yang mempengaruhinya .

Tiap-tiap spesies ikan pada waktu pertama kali gonadnya matang tidak sama ukuranya. Demikian juga dengan ikan yang spesiesnya sama . faktor utama yang mempengaruhi kematangan gonad ikan antara lain : suhu dan makanan selain faktor keberadaan hormon. Pengetahuan perkembangan gonad tidak akan sempurna apabila tidak diiringi dengan pengetahuan tentang anatomi, histologi alat reproduksi baik jantan maupun betina . Demikian juga proses pembentukan sel kelamin sampai terjadinya pematangan gonad sangat perlu informasi . sehingga berdasarkan, hal tersebut kajian mengenai perkembangan ganod perlu diungkapkan.

Pengamatan TKG dilakukan dengan dua cara:

- Histologi dilakukan dilaboratorium.
- Morfologi dilakukan di laboratorium dan lapangan.

Secara histologi akan diketahui anatomi perkembangan gonad lebih jelas dan mendetail. Secara morfologi kurang mendetail, namun banyak

dilakukan oleh peneliti. Dasar yang dipakai untuk menentukan TKG dengan cara morfologi ialah : bentuk, ukuran panjang dan berat, warna dan perkembangan isi gonad yang dapat dilihat. Perkembangan gonad ikan betina lebih banyak diperhatikan dari ikan jantan karena perkembangan diameter telur yang terdapat dalam gonad lebih mudah dilihat dari pada sperma yang terdapat didalam testes.

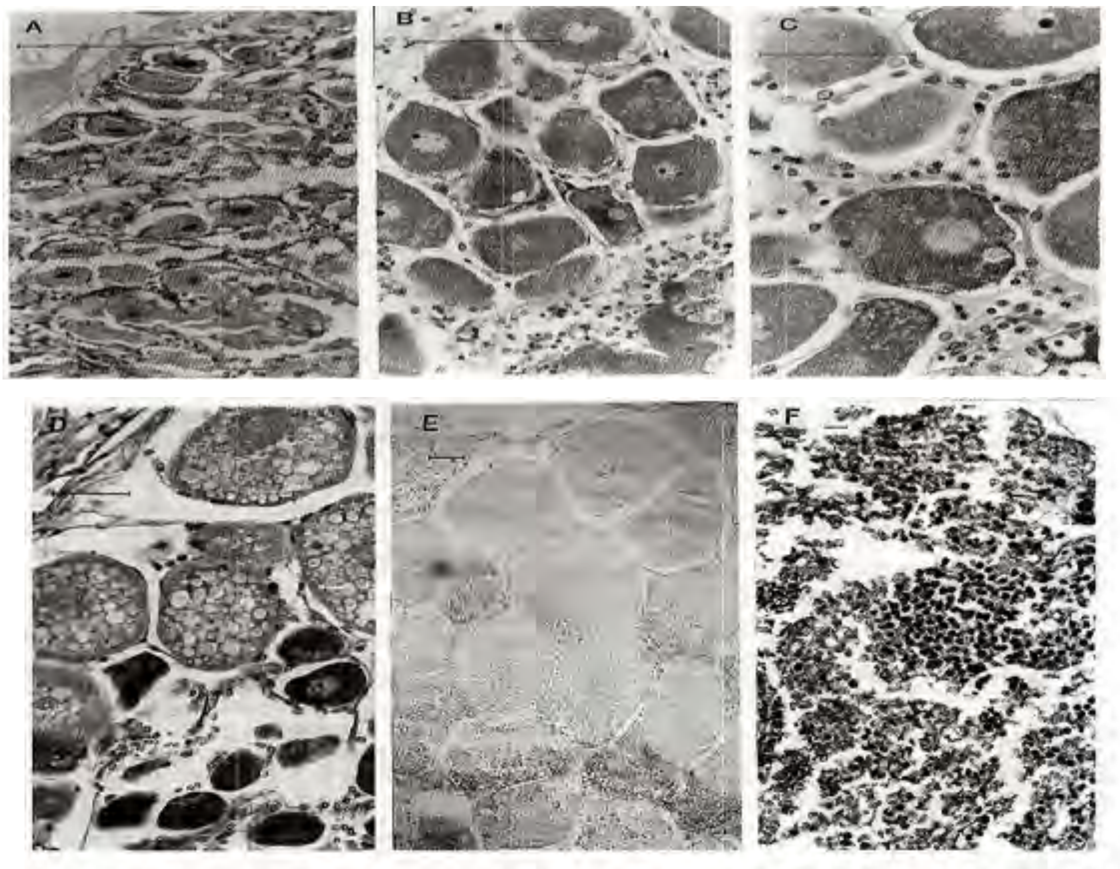


Fig. 2 Photomicrographs of stages in ovarian development: **A,** Stage 1; **B,** Stage 2; **C,** Stage 3; **D,** Stage 4; **E,** Stage 5; and **F,** transverse section of testis from a mature male. Bar = 100 μm

Gambar 33. Hasil pengamatan histologis gonad kepiting

d. Perkembangan Sel Gamet

Siklus reproduksi ikan berhubungan erat dengan perkembangan gonad, terutama jenis ikan betina. Tahap perkembangan ikan betina meliputi oogonia, oosit primer, oosit sekunder dan ova atau telur. Tahap-tahap perkembangan gonad ikan jantan adalah spermatogonia, spermatosit

primer, spermatosit sekunder spermatid, metamorfose dan spermatozoa. Perkembangan sel gamet secara umum terdiri dari :

1) spermatogenesis

   perkembangan sel nutfa (*germ sel*) berlangsung dalam kista yang dibentuk oleh sel-sel sertoli. Tahap-tahap spermatogenesis dan spermiogenesis dapat dibedakan berdasarkan karakteristik morfologi nukleus dan sitoplasmanya. Spermatogonia primer mengalami pembelahan mitosis secara berurutan mulai dari spermatogonia sekunder. Kesemua sel-sel ini berada dalam satu kista yang dibentuk secara miltiplikasi paralel dari sel kista. Spermatogonia sekunder kemudian ditransportasikan menjadi spermatosit primer. Spermatosit premir selanjutnya akan mengalami differensiasi sehingga menjadi spermatozoa, atau gamet jantan, melalui proses spermatogenesis. Selama proses ini berlangsung, struktur khas sperma dibentuk : kepala, bagian leher, dan bagian tengah dan ekor. Spermatozoa ikan teleost tidak mempunyai okrosome (tutup kepala), hal ini mungkin mempunyai keterkaitan dengan adanya mikrofil pada telur ikan teleost. Pada akhir proses spermatogenesis kista lobulus pecah dan spermatozoa dewasa dilepas ke dalam lumen lobulus. Melalui proses spermiasi sperma kemudian akan mengalami dehidrasi. Proses hidrasi akan menyebabkan spermatozoa bermigrasi kearah vas different.

2) Oogonesis

   Oogonesis yang berasal dari sel kelamin yang mula-mula ada di dalam atau di dekat epitelium germinal hanya dikelilingi oleh selapis sel epitel hingga membentuk sel folikel ovari. Pada golongan ikan siklostoma dan teleostei folikel ini berlapis sel-sel epitel beberapa lapis. Jaringan penghubung didekat sel-sel ini membentuk sebuah kantong yang khas dan pada beberapa spesies diperkirakan berperan sangat aktif selama perkembangan folikel selanjutnya. Folikel ini akan berkembang menjadi

folikel yang masak, dimana sel-sel epitelnya ukuran dan jumlahnya akan meningkat dan membentuk suatu bulatan kelenjer yang disebut granulosa. Kelenjer ini kemudian akan terbagi menjadi dua bagian dalam (interna) dan bagian luar (ekterna).

Ovum yang telah masak dipisahkan dari granulusa oleh sebuah membram yaitu "*zona pellucida*". Oogonia ditemukan tersebar dalam ovari, dan mengalami pembelahan meiosis secara berturut-turut. Selanjutnya kan mengalami pembelahan meiosis yang bertahan pada peringkat diploten *(diploten stage)* pada profase pertama meiosis. Dari perangkat ini gamet dikenal dengan oosit primer. Selanjutnya oosit primer ini akan mengalami periode panjang pertumbuhan yang terdiri dari beberapa fase. Fase utama adalah proses vitelogenesis. Menjelang fase ini, bagaimana oosit primer bertambah ukurannya tanpa akumulasi material yolk dan fase ini disebut previtelogenesis. Selama fase ini terjadi pertumbuhan yang sama pada sitoplasma atau nukleus. Oosit primerb ditandai oleh nukleus besar ditemui pada bahagian perifer dan didalamnya didapati terbesar sebilangan nukleus.

Melalui proses previtelogenesis, dua lapisan yang berbeda muncul mengelilingi oosit dan membentuk folikel. Lapisan paling dalam adalah berupa sel-sel berbentuk kubus dan sel tersebut adalah bagian granulosa dan teka. Selama proses oogenesis ada dua hal yang penting yaitu: pertumbuhan dan pematangan. Selama terjadi proses ini, berlangsung stimulasi gonadotropin hormon (GTH). Pada ikan pertumbuhan dan pematangan dirangsang/distimulasi oleh GTHII, sedangkan pada tetrapoda disebut dengan Folikel Stimulasi Hormon (FSH) dan Luteanizin Hormon (LH).

GTHI akan merangsang sekresi testoteron yang diikuti dengan sekreso estradiol-17â yang berperan dalam pertumbuhan oosit; sedangkan GTHII merangsang sekresi 17á, 20â-dihidroksiprogesteron yang berperan dalam proses pematangan akhir (*final oocyte maturation*).

e. Pematangan Akhir (*Final Maturation*)

1) Kematangan Sperma

Siklus produksi *Clarias gariepinus* jantan dibagi tiga periode, yaitu; (1) periode perkembanganbiakan, (2) periode istirahat, dan (3) periode pembentukan gamet.

Periode perkembangbiakan berlangsung dari bulan mei sampai agustus yang ditandai dengan kenaikan dan penurunan gonadosomatik indeks (GSI). Perkembangan testikular selama periode ini dapat ditemukan pada tahap sebelum pemijahan, pemijahan dan sesudah pemijahan. Pada tahap sebelum pemijahan tubulus testis terdiri dari siste-siste yang berisi spermatogonia B dan spermatosit primer, meningkatkan aktifitas spermatogenik dan adanya aktifitas enzim 3â-hydroxy steroid dehydrogenase (3â-HSD) didalam sel Leydig. Kemudian lumen tubulus seminiferi relatif kecil dan setiap materi spermatogenik terdiri dari beberapa spermatid atau sel spermatozoa.

Periode istirahat, berlangsung dari bulan agustus sampai maret. Selama periode ini, GSI relatif redah, aktifitas enzim 3â-HSD di dalam sel leydig akan menurun, sehingga pada akhir periode ini disebut tahap persiapan perkembangan testikular. Pada tahap persiapan aktifitas enzim 3â-HSD di salam sel leydig sangat tinggi.

Periode pertumbuhan gamet, berlangsung dari bulan maret sampai mei. Periode ini ditandai dengan aktifitas spermatogenik secara kontiniu, aktifitas enzim 3â-HSD di dalam sel leydig dan nilai GSI akan meningkat.

2) Kematangan Oosit

Setelah oosit menyepurnakan pertumbuhannya, ia siap mengalami pembelahan reduks. Seperti invertebrata lain oosit yang telah tumbuh memiliki satu nukleus besar pada profase meiotik. Nukleus besar (gelembung germinal) pada tahap ini umumnya terletak ditengah atau diantara pusat dan tepian oosit.

Pada fase akhir vitelogenesis, oosit ikan mas akan kehilangan bentuk bulatnya menjadi gepeng. Kutup animal, pada salah satu permukaan yang gepeng, terletak dari sekitar cekungan kecil pada folikel dan zona radiata, yakni mikrofil.

Fenomena yang pertama kali terlihat berkenaan dengan pematangan oosit akhir adalah perpindahan gelembung germinal menjadi mudah terlihat di bawah mikroskop. Membran gelembung germinal kemudian dipecah dan isinya bercampur dengan sitoplasma sekelilingnya. Selain perubahan-perubahan dalam Nekleus ini, juga terjadi beberapa proses sitoplasmik selama pematangan oosit. Perubahan ini meliputi penggabungan butiran kecil lipida dan globula kuning telur, pembesaran oosit yang berlangsung cepat akibat hidrasi serta peningkatan kejernihan oosit.

Akibat aksi hormon gonadotropin maupun steroid, initi (GV=*germinal vesicle*) yang mulainya ada ditengah kemudian menuju ke tepi dekat mikropil, dan sesaat sebelum ovulasi terjadi, inti tadi melebur yang disebut *germinal vesicle* breakdown (GVBD) (Epler, 1981; waynorvich dan Horvat, 1980; 1982).

Degani dan Boker (1992) juga menggambarkan mekanisme hormon gonadotropin dan steroid dalam proses pematangan oosit sampai pada ovulasi pada gambar 20. Dengan adanya sekresi gonadotropin (GTH) dari hifprofise akan menginduksi ovarium untuk mengsekresikan 17á,

20â-dehidroprogesteron (17á-20â-P) yang berperan dalam proses pematangan oosit sampai ovulasi.

Ada 5 tingkat perkembangan testis ikan lele, *Clarias batrachus* secara anatomi yang ditemukan oleh *Chinabut et al.* (1991).

Tingkat I (Spermatogonia) : Sel-sel germinal aktif membentuk spermatogonia hampir diseluruh tubulus. Kebanyakan sel spermatogonias mempunyai sebuah nukleus, yang bentuknya tidak beraturan dengan membran kista yang tidak jelas kelihatan. Nukleus mengandung gernula-gernula berwarna terang dengan ukuran dan bentuk yang bervariasi, serta mempunyai sebuah nukleolus.

Tingkat II (Spermatosit Primer) : Proses akhir spermatogonia akan tumbuh dan menjadi spermatosit primer. Membran kista spermatosit primer terliaht dengan jelas dan setiap kista mengandung banyak sel spermatosit primer. Spermatosit primer mempunyai nukleus berbentuk bola dan mengandung granula-granula berwarna gelap.

Tingat III (Spermatosit Sekunder) : Spermatosit primer akan membelah secara mitosis dan membentuk spermatosit sekunder (James dalam Chinabut et al. 1991). Ukuran spermatosit sekunder lebih kecil dari pada spermatosit primer dan nukleusnya mengandung kromatin yang tebal.

Tingkat IV (Spermatid) : Kista-kista yang berisi spermatosit sekunder akhirnya berkembang dan melepaskan sel-selnya ke dalam lumen tubulus, kemudian matang sempuran menjadi spermatid (Cooper dalam Chinabut et al.,1991).

Tingkat V (Spermatozoa) : Spermatis mengalami perubahan bentuk menjadi spermatozoa yang dilengkapi dengan kepala dan ekor, sehingga bisa bergerak aktif ke dalam lumen tubulus.

Nikolsky *dalam* **Effendie (1978),** menguraikan tingkat kematangan ovari ikan secara umum, yaitu:

Tingkat I, Tahap muda (*immature*), individu-individu muda belum mempunyai keinginan reproduksi dan ukuran ovari sangat kecil.

Tingkat II, Tahap istirahat (*resting stage*), ovari belum mulai berkembang dan ukurannya masih sangat kecil .

Tingkat III, Proses pemasakan (*maturration*), Bertambahnya gonad sangat cepat, ovari berubah dari transparan berwarna pucat. Telur dapat dibedakan dengan mata.

Tingkat IV, Masak (*maturity*), produk seksual sudah mencapai berat maksimum, tetapi tidak dapat keluar pada saat perutnya ditekan perlahan.

Tinkat V, Tahap reproduksi (*reproduction*), produk sexsual akan keluar bila perutnya ditekan perlahan lahan, berat gonad turun drastis mulai dari awal pemijahan sampai selesai.

Tinkat VI, Kondisi salin (*spent condition*), produk sexual telah dikeluarkan, lubang genitalia meredang kemerah merahan, gonad telah mengempis dan ovari berisi beberapa telur sisa.

Tingkat istirahat (*rasting stage*), Produk sexsual telah dikeluarkan, lubang genitalia tidak kemerah merahan lagi dan ukuran ovari sangat kecil.

TKG gonad jantan (testes) ikan *Green Sunfish* secara histologi (Kaya dan Hasler. 1972)

(1) Testes Regresi (akhir musim panas sampai pertengahan musim dingin). Dinding gonad dilapisi oleh spermatogonia awal dan sekunder,sperma sisa mungkin masih ada.

(2) Perkembangan Spermatogonia. Sama dengan TKG 1, hanya proporsi spermatogonia sekunder bertambah. Sperma sisa kadang-kadang masih terlihat.

(3) Awal aktif spermatogenesis. *Cyste spermatocit* timbul dan kemudian semakin bertambah. *Cyste spermatocid* dan spermatozoa juga mulai keluar.
(4) Spermatogenesis aktif. Semua tingkat spermatonesis ada dalam jumlah yang banyak. Spermatozoa bebas mulai terlihat dalam rongga seminifereus.
(5) Testes masak. Lumen penuh dengan spermatozoa. Pada dinding lobule penuh dengan cyste bermacam-macam tingkat.

(6) Testes regresi. Rongga seminifereus masih berisi spermatozoa. Dinding lobule penuh dengan spermatogonia yang tidak aktif. Ukuran testes mengkerut karena sperma dikeluarkan.

TKG menurut Kesteven (Bagenal dan Braum, 1968)
(1) Dara. Organ seksual sangat kecil berdekatan di bawah tulang punggung. Testes dan ovarium transparan, dari tidak berwarna sampai abu-abu. Telur tidak terlihat dengan mata biasa.
(2) Dara berkembang. Testes dan ovarium jernih, abu-abu merah. Panjangnya setengah atau lebih sedikit dari panjang rongga bawah. Telur satu persatu dapat dilihat dengan kaca pembesar.
(3) Perkembangan I. Testes dan ovarium bentuknya bulat telur, berwarna kemerah-merahan dengan pembuluh kapiler. Gonad mengisi kira-kira setengah ruang ke bagian bawah. Telur dapat dilihat seperti serbuk putih.
(4) Perkembangan II. Testes berwarna putih kemerah-merahan. Tidak ada sperma kalau bagian perut ditekan. Ovarium berwarna kemerah-merahan. Telur jelas dapat dibedakan, bentuknya bulat telur. Ovarium mengisi kira-kira dua pertiga ruang bawah.
(5) Bunting. Organ seksual mengisi ruang bawah. Testes berwarna putih, keluar tetesan sperma kalau ditekan perutnya. Telur bentuknya bulat, beberapa ada yang jernih dan masak.

(6) Mijah. Telur dan sperma keluar dengan sedikit tekanan di perut. Kebanyakan telur berwarna jernih dengan beberapa yang berbentuk bulat telur tinggal didalam ovarium.
(7) Mijah/Salin. Gonad belum kosong sama sekali. Tidak ada telur yang bulat telur.
(8) Salin. Testes dan ovarium kosong dan berwarna merah. Beberapa telur sedang ada dalam keadaan dihisap kembali.
(9) Pulih salin. Testes dan ovarium berwarna jernih, abu-abu sampai merah.

TKG menurut Nikolsky (Bagenal dan Braum, 1968)

(1) Tidak masak. Individu masih belum berhasrat mengadakan reproduksi. Ukuran gonad kecil.
(2) Masa istirahat. Produk seksual belum berkembang. Gonad berukuran kecil. Telur tidak dapat dibedakan oleh mata telanjang.
(3) Hampir masak. Telur dapat dibedakan oleh mata telanjang. Testes berubah dari transparan menjadi warna ros.
(4) Masak. Produk seksual masak. Produk seksual mencapai berat maksimum, tetapi produk tersebut belum keluar bila perut diberi sedikit tekanan.
(5) Reproduksi. Bila perut diberi sedikit tekanan, produk seksualnya akan menonjol keluar dari lubang pelepasan. Berat gonad dengan cepat menurun sejak permulaan berpijah sampai pemijahan selesai.
(6) Keadaan salin. Produk seksual telah dikeluarkan. Lubang genital berwarna kemerahan. Gonad mengempis. Ovarium berisi beberapa telur sisa. Testes juga berisi sperma sisa.
(7) Masa istirahat. Produk seksual telah dikeluarkan. Warna kemerah-merahan pada lubang genital telah pulih. Gonad kecil dan telur belum kelihatan oleh mata

Tingkat Kematangan Gonad untuk bivalva mussel (kerang) :

- TKG 1 (fase non aktif) : Merupakan fase dorman seksual, secara visual mantel tampak mulai berwarna krem atau orange yang berbentuk seperti kelenjar pada sisi dorsoventral lateral, belum ada produk genital. Secara histologi pada gonad belum ditemukan folikel beserta sel-sel gametnya
- TKG 2 (fase berkembang) : Gonad telah berkembang, didominasi oleh oogoniumdengan rongga lamella yang masih kecil dan telah terisi oleh sel-sel gamet baik yang telah masak (sel telur/ spermatozoa) maupun sel-sel gamet yang belum masak dalam jumlah berimbang. Antarfolikeladajaringanvascular, mantel mulai menebal. Pembentukan sel-sel gamet ini terus berlangsung namun rongga kadang telah terisi sel-sel gamet yang telah masak
- TKG 3 (fase matang) : Pada fase matang jaringan semakin jelas, secara visual warna mantel berbeda antar kelamin, pada betina berwarna orange kemerahan, dan pada jantan krem kekuningan; ova dan sperma masih immature. Secara histologi seluruh rongga lamella terisi oleh sel telur yang bentuknya polygonal atau spermatozoa dengan ekornya Dinding folikeltipis, rongga membesar, jaringan vascular hampir tidak ada.
- TKG 4 (fase memijah) : Pada fase ini tampak sebagian atau separuh rongga lamella (betina) atau Lobulus (jantan) telah mulai kosong karena gamet telah dikeluarkan seluruhnya atau sebagian. Folikel tidak ada hanya ada sisa jaringan vascular atau kadang-kadang ditemukan sisa folikel dengan dinding yang pecah, sebagian gamet yang matang ditengah folikel dikeluarkan. Jika telah kosong mantel menjadi kemerahan dan translusen.

f. Anatomi dan Histologi Sperma dan Telur

Walaupun ukuran dan bentuk spermatozoa berbeda dari berbagai jenis ikan/hewan, namun struktur morfologinya adalah sama. Permukaan sperma dibungkus oleh suatu membran lipoprotein. Apabila sel tersebut mati, permeabilitas membrannya meninggi, terutama di daerah pangkal kepala dan hal ini merupakan dasar perwarnaa semen yang membedakan sperma hidup dari yang mati.

1) Kepala Sperma

Kepala sperma terisi materi inti, chormoson terdiri dari DNA yang bersenyawa dengan protein. Informasi genetik yang di bawa oleh spermatozoa diterjemahkan dan disimpan di dalam molekul DNA. Pada mamalia sifat-sifat bawaan di dalam inti sperma termasuk ke dalam embrio. Sebagai hasil pembelahan reduksi selama spermatogenesis, sperma hanya mengandung setengah jumlah DNA.

Pada mamalia sifat-sifat bawaan di dalam inti sperma termasuk ke dalam embrio. Sebagai hasil pembelahan reduksi selama spermatogenesis, sperma hanya mengandung setengah jumlah DNA pada sel-sel somatik dari spesies yang sama dan terbentuklah dua macam spermatozoa; sperma yang membran chromoson-x akan menghasilkan embrio betina sedangkan sperma yang mengandung chromoson-y akan menghasilkan embrio jantan.

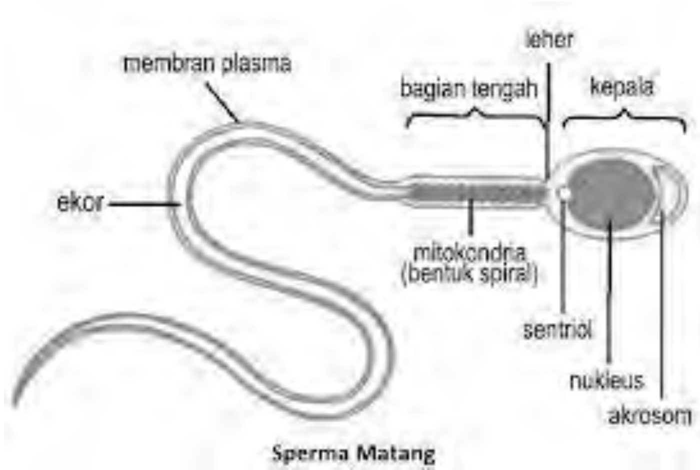
Telur merupakan cikal bakal bagi suatu makhluk hidup. Telur sangat dibutuhkan sebagai nutrien bagi perkembangan embrio, di perlukan pada saat endogenous feeding dan exogenous feeding. Proses pembentukan telur sudah pada fase diferensiasi dan oogenesis, yaitu terjadinya akumulasi victlogenin kedalam folikel yang lebih dikenal victlogenesis. Telur juga persiapkan untuk dapat menerima

spermatozoa sebagai awal perkembangan embrio. Sehingga anatomi telur sangat berkaitan dengan antomi spermatozoa.

2) Ekor Sperma

Ekor sperma dapat di bagi menjadi tiga bagian; bagian tengah, bagian utama dan bagian ujung, dan berasal dari centriol spermatid selama spermiogenesis. Ekor sperma berfungsi memberi gerak maju kepada spermatozoa dengan gelombang-gelombang yang dimulai di daerah inplantasi ekor kepala dan berjalan kearah distal sepanjang ekor sepanjang pukulan cambuk.

Selubung motikondria berasal dari pangkal kepala membentuk 2 strutur spiral ke arah berlawan dengan arah jarum jam. Bagian tengah ekor merupakan gudang energi untuk kehidupan dan pergerakan spermatozoa oleh proses metabolik yang berlangsung didalam helixmitokonria, mitokonria mengandung enzim-enzim yang berhubungan dengan metabolisme ekssudatif spermatozoa. Bagian ini kaya akan fosfolipik, lechithin dengan plasmalogen. Plasmalogen mengandung 1aldehin dan 1 asam lemak yang berhubungan dengan gliseron maupun cholin. Asam-asam lemak dapat di oksidasi dan merupakan sumber enegi indogen untuk aktifitas sperma.
Initi ekor atau axial chore terdiri atas 2 serabut sentral dikelilingi oleh suatu cincin konsentrik terdiri atas 9 fibril rangkak yang berjalan dari daerah inplantasi sampai bagian ujung ekor.



Gambar 34. Bagian-bagian sperma biota air

Pada telur yang belum dibuahi, bagian luarnya dibuahi oleh selaput yang dinamakan selaput kapsul/khorion. Dibawah khorion terdapat selaput yang kedua yang dinamakan selpaut vitelin. Selaput yang menggelilingi plasma telur dinamakan selaput plasma. Ketiga selaput ini selamanya menempel satu sama lain dan tidak terdapat ruang diantaranya. Bagian telur yang terdapat sitoplasma biasanya terdapat berkumpul di sebelah telur bagian atas dinamakan kutup anima. Bagian bawahnya yaitu kutup yang berlawanan terdapat banyak kuning telur.

Kuning telur pada ikan hampir mengisih seluruh volume telur. Kuning telur yang ada dibagian tengah keadaannya lebih padat dari pada kuning telur yang ada pada bagian pinggir karena adanya sitoplasma. Selain dari itu sitoplasma terdapat pada sekeliling telur.

Khorion telur yang masih baru lunak dan memiliki sebuah mikrovil yaitu suatu lubang kecil tempat masuknya sperma kedalam telur pada waktu terjadi pembuahan. Ketika telur di lepaskan kedalam air dan di buahi, alveoli kortek yang ada di bawah khorion pecah dan melepaskan material koloid-mucoprotein kedalam ruang perivitelin, yang terletak antara membran telur khorion (bogicki dalam kamler, 1992).

Air tersedot akibat pembengkakan mucoprotein ini. Khorion mula-mula menjadi kaku dan licin, kemudian mengeras dan mikrofil tertutup. Sitoplasma menebal pada kutup telur yang ada intinya, ini merupakan titik dimana embrio berkembang. Pengerasan khorion akan mencegah terjadinya pembuahan polisperma. Dengan adanya ruang perivitelin di bawah khorion yang mengeras, maka telur dapat bergerak selama dalam perkembangannya.

Ukuran telur dapat dinyatakan dalam banyak cara. Diameter tunggal biasa digunakan, tetapi juga diameter terpanjang, panjang telur dan lebar telur kadang-kadang juga digunakan. Ukuran-ukuran telur lain mencakup volume telur, bobot basah dan bobot kering. Dari sudut pandang energetik istilah terbaik untuk ukuran telur adalah kesetaraan kalori telur (kandungan energi per telur, Joule per telur), karena menujukkan jumlah energi yang tersedia bagi embrio yang berkembang.

g. Motilitas dan Daya Tahan Sperma

Sperma tidak bergerak dalam air mani. Ketika masuk ke air akan aktif berenang. Pergerakan sperma normal seperti rinear, biasanya para pergerakannya berbentuk spiral. Ketika ada rangsangan dari luar, sperma dapat di keluarkan (ejakulasi) dengan volume dan jumlah tertentu, hal ini berhubungan dengan ukuran jantan, lama dan jumlah ejakulasi serta juga berhubungan dengan jumlah telur yang dikeluarkan. Fruktosa dan galaktosa merupak sumber energi utama bagi spermatozoa ikan mas, sehingga motilitas spermatozoa dapat meningkat.

Daya tahan hidup spermaozoa dipengaruhi oleh pH, tekanan osmotik, elektrolit, non elektrolit, suhu dan cahaya. Pada umunya, sperma sangat aktif dan tahan hidup lama pada pH sekitar 7,0. Motulitas partial dapat diperkirakan pada pH antara 5 dan 10. Sperma tetap motil untuk waktu

lama di dalam media yang isotinik dengan darah. Pada umumnya, sperma lebih mudah dipengaruhi oleh keadaan hipertonik dari pada keadaan hipotonik. Larutan elektronik sperti kalium, magnesium dapat digunakan sebagai pengencer sperma, tetapi calsium, posfor dan kalium yang tinggi dapat menghambat motilitas sperma, bahkan cuprum dan besi bersifat racun bagi sperma. Larutan non elktrolit dalam bentuk gula, seperti fructoseatau glukosa dapat digunakan sebagai pengencer sperma. Suhu mempengaruhi daya tahan hidup sperma, peningkatan suhu akan meningkatan kadar metabolisme yang dapat mengurangi daya tahan hidup sperma. Demikian juga cahaya matahari yang langsung mengenai spermatozoa akan memperpendek umur sperma.

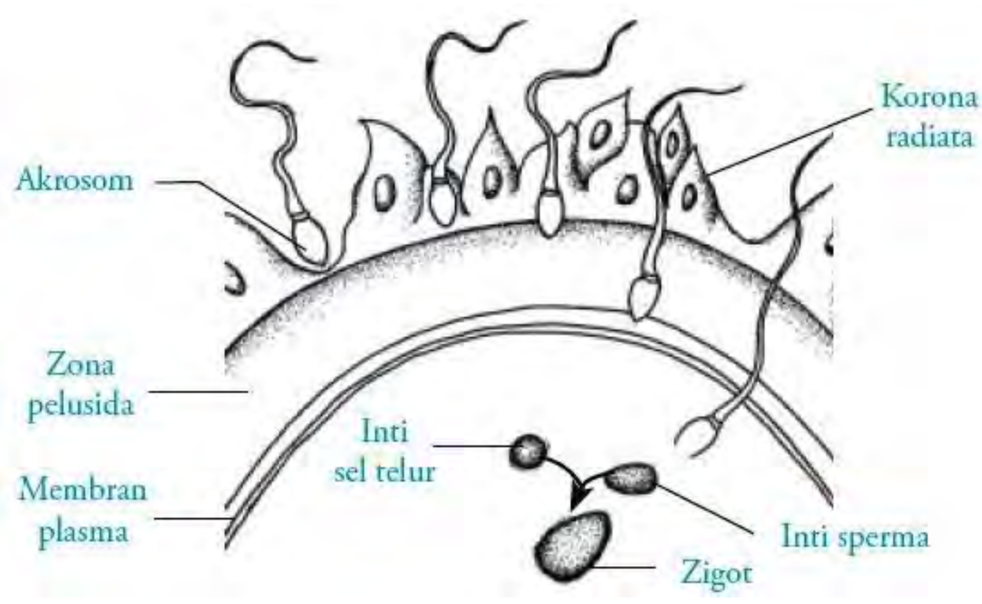
Penggunaan hormon atau zat perangsang pada ikan mas jantan dapat meningkatkan volume semen dan kualitas spermatozoa. Penyuntikan ekstrak hipofisa secara homoplastik pada ikan mas dengan dosis 0,2 mg/ kg bobot badan akan meningkatkan kadar gonadotropin dalam darah setelah 12 jam penyuntikan, sehingga volume semen yang dihasilkan meningkat. Kombinasi penyuntikan hormon juga dapat meningkatkan volume semen yakni ikan mas yang disuntik dengan pomozide dosis 10 mg/kg + LHRH dosis 10 Íg/kg bobot badan menghasilkan semen 4,29 ± 3,10 ml/kg bobot badan, sedangkan tanpa disuntik hanya manghasilkan semen 0,49 ± 0,34 ml/kg bobot badan.

Pemberian hormon juga akan mempengaruhi viabilitas spermatozoa, dimana ikan mas yang disuntik dengan HCG akan meningkatkan vabilitas spermatozoa. Selanjutnya komposisi kimia semen ikan mas yang mengandung kadar fruktosa dan total plasmaprotein lebih tinggi serta kadar potassium lebih rendah mempunyai viabilitas yang lebih tinggi (94,12 %), jika dibandingkan dengan semen yang kadar fruktosa dan total plasma protein lebih rendah serta kadar potassium lebih tinggi, sehingga viabilitasnya lebih rendah (88,00%).

Umur sperma dapat diperpanjang dengan berbagai cara misalnya saja disamping pada suhu antara 0.5 °C. Jika pada suhu tersebut sperma ikan mas dapat bertahan selama 45 jam, herring 7 jam dan *catfish* beberapa minggu. Pada suhu -4 °C sperma salmon dapat bertahan beberapan minggu. Cara lain untuk menyimpan sperma adalah secara intratesticular yaitu disimpan dalam genital tract batina ; yang dapat bertahan beberapa bulan.

h. Mikrofil telur

Mikrofil adalah sebuah lubang kecil tempat sperma dimana sperma dapat masuk ke dalam telur yang tertutup yang merupakan modifikasi struktural dari membran telur. Mikrofil terletak pada kutup anima dan bervariasi dalam hal ukuran spesies. Lubang luar mikrofil berbentuk cerobong pada ikan medaka adalah sekitar 23 mikron dan diameter lubang dalam sekitar 2,5 mikron.



Gambar 35. Mikrofil telur biota air

i. Cara Reproduksi Biota Air

Umumnya reproduksi biota air terbagi 3 cara :

1) Ovipar, sel telur dan sel sperma bertemu di luar tubuh dan embrio ikan berkembang di luar tubuh sang induk. Sebagian besar ikan melakukan cara reproduksi tersebut. Contoh : ikan mas, lele, bawal dll.
2) Vivipar, kandungan kuning telur sangat sedikit, perkembangan embrio ditentukan oleh hubungannya dengan placenta, dan anak ikan menyerupai induk dewasa.
3) Ovovivipar, sel telur cukup banyak mempunyai kuning telur, Embrio berkembang di dalam tubuh ikan induk betina, dan anak ikan menyerupai induk dewasa. Contoh: ikan-ikan livebearers.

j. Pemijahan

Umumnya ikan-ikan yang mempunyai ukuran maksimun kecil dan jangka waktu hidup yang relatif pendek mencapai kematangan seksual lebih cepat dibandingkan ikan yang mempunyai ukuran maksimum lebih besar. Proses pemijahan biota air umumnya terdiri dari :

1) Pemijahan Alami : proses reproduksi dilakukan ikan secara alamiah.
2) Pemijahan semi buatan : proses reproduksi dilakukan ikan setelah dirangsang dengan hormon eksternal.
3) Pemijahan buatan : proses reproduksi sampai pembuahan sebagian besar dilakukan secara eksternal namun kematangan gonad berdasarkan kematangan gonad ikan.

Berdasarkan kesempatan melakukan Pemijahan, biota air dibagi atas :

1) Semelparous yaitu memijah sekali kemudian mati (Contoh : ikan sidat) atau memijah sepanjang tahun tetapi sekali setahun (Contoh : Ikan bawal).
2) Iteroparous yaitu memijah beberapa kali sepanjang hidupnya atau pemijahan dilakukan beberapa kali dalam satu tahun (Contoh : ikan lele).

Berdasarkan kesempatan mendapatkan pasangan dalam pemijahan, biota air terbagi atas :

1) Promiscuous : Ikan jantan dan betina masing-masing memiliki beberapa pasangan dalam satu kali pemijahan. Ikan jantan akan membuahi beberapa ikan betina dan ikan betina akan dibuahi oleh beberapa pejantan.
2) Polygamous Polygyny : Ikan jantan memiliki beberapa pasangan dalam satu musim.
3) Polyandry : Ikan betina memiliki beberapa pasangan dalam satu musim pemijahan.
4) Monogamy : Ikan memijah dengan pasangan yang sama selama beberapa periode pemijahan .

k. Ovulasi

Pada banyak kasus reproduksi ikan, sering ditemukan bahwa proses ovulasi ikan tidak dapat berlangsung, meskipun proses vitellogenesis sudah sempurna. Keberhasilan proses ovulasi ditentukan oleh mekanisme fisiologi, proses metabolisme dan kesesuaian dengan faktor eksternal (kehadiran pejantan, substrat untuk pemijahan, rendahnya ancaman predator dan sebagainya). Namun demikian informasi tentang peran faktor eksternal dalam proses reproduksi masih sangat terbatas.

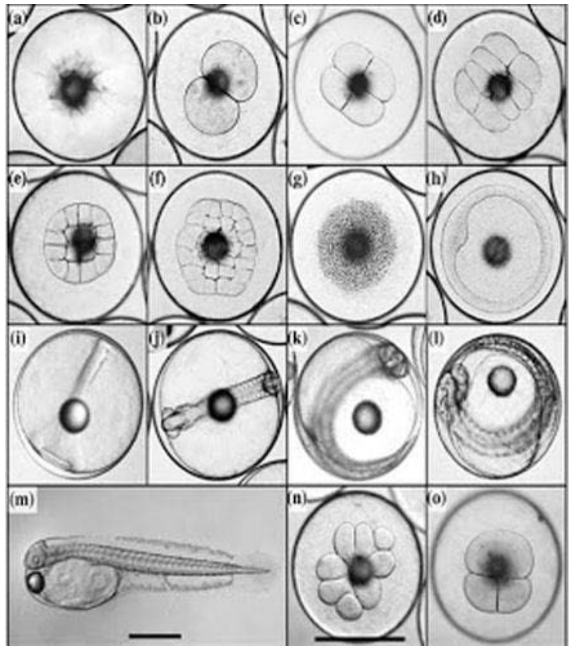
l. Proses Penetasan

Penetasan adalah perubahan intracapsular (tempat yang terbatas) ke fase kehidupan, hal ini penting dalam perubahan-perubahan morfologi hewan. Penetasan merupakan saat terakhir dari masa pengeraman sebagai hasil beberapa proses sehingga embrion keluar dari cangkangnya.

Penetasan terjadi karena dua hal yaitu:

1) kerja mekanik, oleh karena embrio sering mengubah posisinya karena kekurangan ruang dalam cangkangnya , atau karena embrio telah lebih panjang dari lingkungannya dalam cangkangnya (lagler et al,1962). Dengan pergerakan-pergerkan tersebut bagian cangkang telur yang lembek akan pecah sehingga embrio akan keluar dari cangkangnya,
2) Kerja enzimatik. Yaitu enzim dan unsur kimia lainnya yang dikeluarkan oleh kelenjer endodermal di daerah pharynk embrio. Anzim ini oleh blaxer (1969) disebut chorionase yang kerjanya bersifat mereduksi chorion yang terdiri dari pseudokerataine menjadi lembek. Biasanya pada bagian cangkang yang pecah akibat gabungan kerja mekanik dan kerja enzimatik ujung ekor embrio di keluarkan terlebih dahulu, kemudian menyusul kepalanya.

   Semakin efektif embrio bergerak, maka akan semakin cepat terjadinya penetasan. Aktifitas embrio dan membentukkan chorionase di pengaruhi oleh faktor dalam dan faktor luar. Faktor dalam antara lain hormon dan volume kuning telur. Pengaruh hormon misalnya adalah hormon yang di hasilkan oleh kelenjer hopofisa dan tyroid yang berperan dalam proses metamorfosa, sedangkan volume kuning telur berhubungan dengan perkembangan embrio. Biasanya ikan tropis mempunyai volume kuning telur yang relatif lebih sedikit dan lebih cepat berkembang dibandingkan dengan ikan-ikan dari subtropis.



Gambar 36. Perkembangan sel di dalam telur biota air

Faktor luar yang berpengaruh antara lain suhu, oksigen terlarut, pH, salinitas dan intensitas cahaya. Proses penetasan lainnya berlangsung lebih cepat pada suhu yang lebih tinggi karena pada suhu yang tinggi metabolisme berjalan lebih cepat sehingga perkembangan embrio juga lebih cepat yang berakibat lanjut pada pergerakan embrio pada cangkang yang lebih intensif. Namun demikian, suhu yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat menghambat proses penetasan, bahkan suhu yang terlalu ekstrim atau berubah secara mendadak dapat menyebabkan kematian embriodan kegagalan penetasan. Suhu 14-20 °C merupakan suhu yang optimul dalam penetasan (blaxer, 1969).

Selain suhu, kelarutan oksigen juga dapat mempengaruhi proses penetasan. Oksigen dapat mempengaruhi jumlah elemen-elemen meristik embrio. Dan kebutuhan oksigen optimum untuk setiap ikan berbeda tergantung pada jenisnya. Faktor lain adalah intensitas cahaya. Cahaya yang kuat dapat menyebabkan laju penetasan yang cepat, kematian dan pertumbuhan embrio yang jelek serta figmentasi yang banyak.

3. Tugas

Mengeksplorasi/Eksperimen 4

Judul	:	Sistem reproduksi biota air
Tujuan	:	Setelah menyelesaikan lembar kerja ini peserta didik mampu menganalisis proses pemijahan, pembelahan sel sampai penetasan telur ikan.

Alat dan bahan :

Modul

1. Buku
2. Internet
3. Akuarium/bak
4. Lab/tissue
5. Mikroskop
6. Akuarium/wadah pemijahan
7. Kaca preparat
8. pipet
9. Induk Ikan berbagai ukuran dan umur
10. Thermometer
11. Kamera
12. Alat tulis menulis

Langkah kerja :

1. Lakukan persiapan dan keberfungsian alat dan bahan !
2. Lakukan persiapan wadah, media pemeliharaan ikan yang akan diamati !
3. Lakukan seleksi induk ikan sehingga diperoleh induk yang matang gonad !
4. Lakukan proses pemijahan ikan sehingga ikan dapat memijah !
5. Lakukan pengambilan sampel telur dari media pemijahan dan diletakkan di preparat untuk diamati di mikroskop !
6. Lakukan pengamatan pembelahan sel sampai telur menetas menjadi larva (± 24 jam pengamatan)
7. Lakukan pendokumentasian setiap tahap praktek dan tahap pembelahan sel !
8. Lakukan analisis terhadap hasil pengamatan pemijahan, pembelahan sel dan penetasan telur menjadi larva !
9. Buatlah laporan hasil pengamatan sistem reproduksi !

Mengasosiasikan/ Mengolah Informasi

Kesimpulan hasil eksplorasi **:**

a. Identifikasi alat kelamin biota air :
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………

b. Perkembangan gonad dan perkembangan sel gamet biota air :
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
…………………

c. Penentuan pematangan akhir gonad biota air :
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
…………………

d. Identifikasi anatomi sperma dan telur biota air :
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………

e. Identifikasi motilitas dan daya tahan sperma serta mikrofil telur :
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………

f. Cara reproduksi biota air :
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
……………………

g. Proses pemijahan, ovulasi dan proses penetasan bioata air
……………………………………………………………………………………………………
……………………………………………………………………………………………………
…………………

Guru Mata Pelajaran | Kelompok ….

(……………………………………) | (………………………………………)

Mengkomunikasikan

Presentasikan hasil kerja kelompok Anda di depan teman-teman. Apakah ada tanggapan / masukan / sanggahan dari hasil kerja kelompok Anda.



4. Tes Formatif

1) Kemampuan individu untuk menghasilkan keturunan sebagai upaya untuk melestarikan jenisnya atau kelompoknya disebut....
   a. Reproduksi.
   b. Pemijahan.
   c. Kopulasi.
   d. Respirasi.

2) Telur ikan mas akan menetas selama ….
   a. 1-2 hari.
   b. 2-3 hari.
   c. 3-4 hari.
   d. 4-5 hari.

3) Proses diferensiasi sexual pada belut adalah...
   a. *Hermaprodit protoginynous* .
   b. *Hermaprodit protandrous* .
   c. *Hermaprodit sinkron*.
   d. *Hermaprodit simultaneous.*

4) Proses diferensiasi sexual pada belut adalah...
   a. *Hermaprodit protoginynous* .
   b. *Hermaprodit protandrous.*
   c. *Hermaprodit sinkron.*
   d. *Hermaprodit simultaneous.*

5) Hormon yang merangsang sekresi testoteron yang diikuti dengan sekresi estradiol-17â yang berperan dalam pertumbuhan oosit, adalah….
   a. FSH.
   b. LH.
   c. GTH I.
   d. GTH II.

6) Pada tingkat kematangan gonad berapa jika produk sexsual akan keluar bila perutnya ditekan perlahan lahan,dan berat gonadnya turun drastis mulai dari awal pemijahan sampai selesai …
   a. Tingkat II.
   b. Tingkat III.
   c. Tingkat IV.
   d. Tingkat V.

7) Pada sperma di bagian mana terdapat materi inti, chormoson (DNA)...
   a. Kepala sperma.
   b. Badan sperma.
   c. Ekor sperma.
   d. Inti sperma.

8) Daya tahan hidup spermaozoa dipengaruhi oleh seperti dibawah ini kecuali....
   a. pH.
   b. Tekanan osmotik.
   c. Suhu.
   d. Cuaca.

9) berapa dosis ekstrak hipofisa yang efektif untuk disuntikkan pada ikan mas jantan ....
   a. 0,1 mg/kg.
   b. 0,2 mg/kg.
   c. 0,3 mg/kg.
   d. 0,4 mg/kg.

10) Pada ikan lele proses reproduksinya terjadi secara…
   a. Ovipar.
   b. Vivipar.
   c. Ovovivipar.
   d. Bertelur.

Kegiatan Belajar 4. Sistem Pernafasan (Respirasi)

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini, peserta didik mampu :

a. Memahami sistem pernapasan pada bioata air.
b. Memahami fungsi dan mekanisme sistem respirasi bioata air.
c. Memahami pertukaran gas pada hewan air.
d. Memahami faktor-faktor yang mempengaruhi sistem respirasi bioata air.
e. Menerapkan metode pengukuran respirasi biota air.

2. Uraian Materi

Respirasi atau pernapasan adalah pertukaran oksigen dan karbondioksida antara suatu organisme dengan lingkungannya. Didefenisikan juga Pernafasan adalah proses pengambilan oksigen dan pengeluaran CO_2 dari dalam tubuh organisme atau disebut juga proses pertukaran antara O_2 dari udara (air untuk ikan) dengan CO_2 dari dalam tubuh. Peranan oksigen dalam kehidupan biota air merupakan zat yang mutlak dibutuhkan oleh tubuh yaitu untuk mengoksidai zat makanan (karbohidrat, lemak, dan protein) sehingga dapat menghasilkan energi. Tingkah laku ikan saat kandungan oksigen dalam air berkurang adalah ikan akan berenang ketempat yang lebih baik kondisi oksigennya seperti ke dekat air masuk (inlet), air yang berarus dan ke daerah permukaan serta dengan jalan meningkatkan frekuensi pemompaan air atau memperbesar volume air yang melewati insang.

Adapun komponen-komponen pada sistem pernafasan antara lain : alat pernapasan (insang), oksigen dan karbondioksida dan darah (butir-butir darah merah, Hb). Prinsip pernapasan yaitu proses pertukaran gas terjadi secara difusi terjadi suatu aliran molekul gas dari lingkungan atau ruang yang konsentrasinya tinggi kelingkungan yang konsentrasi gasnya rendah.

Persyaratan untuk dapat pertukaran gas pada pernapasan yaitu :1) dinding membran harus tipis dan lembab ; 2)harus terdapat perbedaan tekanan parsial gas antara lingkungan luar dan lingkungan dalam pada organisme. Pada hewan tingkat rendah pertukaran gas terjadi langsung melewati membran tubuh. Pada hewan tingkat tinggi hal ini tidak dapat terjadi karena tebal membran tubuh lebih dari 0,5 mm, jadi untuk keperluan tersebut diperlukan organ khusus. Pada materi ini banyak dibahas tentang sistem respirasi ikan.

Mengamati

1) Bentuklah kelompok peserta didik dalam jumlah 4 – 5 orang.
2) Lakukan kegiatan mencari informasi dari buku atau bahan ajar, internet, video dan lain-lain sehingga anda bisa memahami sistem pernafasan (respirasi) biota air.
3) Adapun informasi yang harus anda cari adalah :
    a. Sistem pernapasan pada bioata air
    b. Fungsi dan mekanisme sistem respirasi bioata air
    c. Proses pertukaran gas pada hewan air,
    d. Faktor-faktor yang mempengaruhi sistem respirasi bioata air
    e. Metode pengukuran respirasi biota air

Setelah anda mendapatkan informasi, lakukan diskusi antar kelompok dengan cara setiap kelompok bertukar informasi atau bertanya tentang sistem pernafasan (respirasi) biota air !



•

Menanya

1) Bandingkan informasi yang anda peroleh dengan informasi kelompok lain, dapat dimulai dengan proses pertanyaan sebagai berikut :
   a. Bagaimana sistem pernapasan pada bioata air
   b. Apa fungsi dan mekanisme sistem respirasi bioata air
   c. Bagaimana proses pertukaran gas pada hewan air,
   d. Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi sistem respirasi bioata air
   e. Bagaimana metode pengukuran respirasi biota air
2) Adakah perbedaan informasi dari yang anda peroleh ? Jika ada, sebutkan !
3) Tuliskan kesimpulan anda tentang sistem pernafasan (respirasi) biota air dan diserahkan pada guru !

a. Alat Pernapasan Ikan

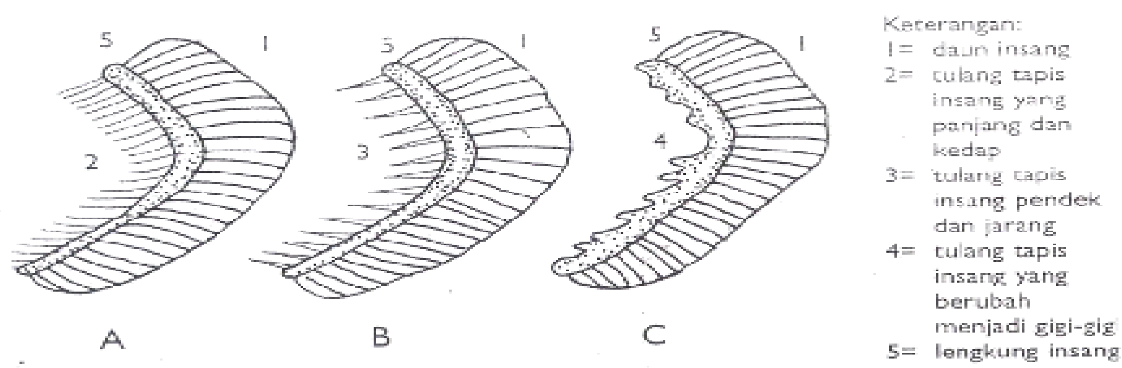
Alat pernapasan ikan dapat digolongkan kedalam :

1) **Organ pernapasan aquatik** yang terdiri dari :

a) Insang dalam, seperti insang septal (pada ikan *elasmobranchii*) dan insang berpenutup (pada ikan *telesthei*).

b) Insang pada ikan bertulang sejati dapat terdiri dari:

Holobranchi	:	lembar insang yang terdiri dari 2 hemibranchi
Hemibranchi	:	lembar insang yang terdiri dari satu lembar yang menempel pada operculum bagian dalam.
Psedobranchi	:	insang palsu terdapat pada permukaanoperculum bagian dalam. Psedobranchi berfungsi sebagai : pelengkapan alat pernapasan , organ sekresi (Cl) dan pengatur tekanan darah pada okuler.
Psedobrnchi	:	modifikasi struktur insang yang berbentuk kepingan yang membulat. Misalnya pada sygnafus sp.



Bentuk insang ikan berdasarkan makanannya. A= pemakan plankton, B= pemakan campuran, C= pada ikan buas

Gambar 37. Jenis insang ikan berdasarkan makanannya

Insang luar terdapat pada embrio dan larva dari beberapa jenis ikan dan berfungsi untuk bernafas dan penyerapan bahan makanan insang luar terdiri dari :

(1) Insang luar endodermic : insang luar ini merupakan bagian dari insang dalam, berbentuk filamen yang keluar lewat celah insang dan masing – masing filamen mempunyai pembuluh darah yang berhubungann dengan arteri afferent insang dalam.

(2) Insang luar ectoderm : insang luar ini tidak berhubungan dengan insang dalam kecuali saluran darahnya, insang ini betul-betul terbentuk dibagian luar tubuh dan perkembangannya lebih dahulu dari pembentukan rongga insang dan overculum.

Ada 3 tipe insang luar ectoderm yaitu:

(1) Yang mempunyai 3-4 pasang lembar insang membentuk seperti bulu ayam. Contoh : *protopterus* sp, *lepidesiren* sp.

(2) Yang mempunyai sati pasang lembar insang diatas sirip dada. Contoh *polypterus* sp, *calamiicthys* sp.

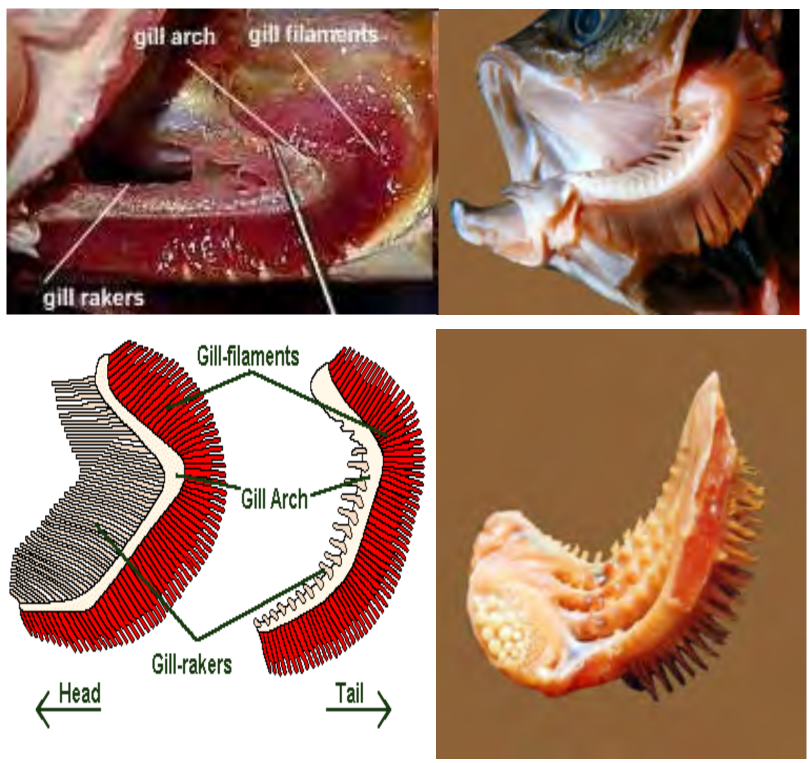
(3) Yang mempunyai 1 pasang lembar insang , memendek seperti sungut dan letaknya seperti pada polypterus sp : contoh: *Acebtrogobius* sp (gobilidae).

Permukaan kulit yang terdiri dari :

- Kulit : umumnya pada ikan-ikan tidak bersisik . contoh *anguilidae, synbrancchidae dan blennidae*.
- Kantong vitelin (*yolk sac*) ; yaitu pada embrio dan larva.
- Sirip ; pada stadia embrio dan larva ikan ikan ynbranchus sp dan monopterus sp . sirip dada digunakan untuk bernafas sebelum insang dapat berfungsi.
- Operculum ; pada stadia embrio dan larva ikan *Amia* sp dan *Lepisosterus* sp, operculum dapat berfungsi sebagai organ pernafasan sementara.

Bagian-bagian dari insang, yaitu :

- Tulang Lengkung Insang (*Gill Arch*), bentuknya seperti busur panah, melengkung ke arah posterior.
- Tulang-Tulang Tapis (*Gill Racker*), berupa tulang-tulang kecil yang menempel pada tulang lengkung insang pada bagian yang melekuk (anterior), berfungsi dalam sistem pencernaan.
- Daun Insang (*Gill Filamen*), berwarna merah berupa lembaran-lembaran halus, menempel pada bagian posterior tulang lengkung insang, bersebrangan dengan tulang-tulang tapis insang. Daun-daun insang inilah yang berfungsi dalam sistem pernafasan.



Gambar 38. Bagian-bagian insang pada ikan

Daun-daun insang mengandung banyak sekali saluran-saluran darah yang halus sehingga darah dapat masuk dan keluar dari insang. Pada ikan-ikan bertulang sejati, insang ditutupi oleh tulang-tulang tutup insang, yaitu *operculum, suboperculum, preoperculum*

dan *interoperculum.* Insang berhubungan dengan luar (perairan) melalui celah insang yaitu pada waktu tulang-tulang tutup insang membuka dan menutup. Pada ikan-ikan bertulang rawan, tidak terdapat tutup insang, hanya ada celah insang yang jumlahnya sebanyak insangnya (5 – 7 buah).

Selain dengan insang, beberapa spesies ikan bernafas dengan paru-paru sebagai alat bantu pernafasan, yaitu pada ikan paru-paru (Polypterus lepidosiren). Beberapa spesies ikan lainnya mempunyai alat pernafasan tambahan yang memungkinkan mereka dapat hidup di perairan dangkal atau perairan yang kurang oksigen. Alat-alat pernafasan tambahan tersebut yaitu :

- **Labirin**, berupa lipatan-lipatan lembaran tulang tipis yang tersusun seperti bunga mawar berasal dari tulang-tulang tapis insang yang termodifikasi dan mengandung banyak sekali kapiler-kapiler darah untuk pertukaran antara O2 dengan CO2, misalnya pada ikan sepat, ikan tambakan dan ikan betok. Pada ikan betok, labirin terdapat pada tulang lengkung insang yang pertama.
- **Arborescen Organ**, berbentuk seperti karang misalnya pada ikan lele yang terletak pada tulang lengkung insang pertama dan ketiga.
- **Diverticula**, yaitu lipatan-lipatan kulit di permukaan rongga bagian dalam mulut dan faring, misalnya pada ikan gabus. Pada ikan gabus terdapat diverticula anterior dan diverticula posterior.
- Alat pernafasan tambahan berbentuk tabung, misalnya pada ikan Saccobranchus, sejenis ikan lele yang hidup di perairan dalam.
- Lipatan-lipatan kulit tipis pada dinding bagian operculum, misalnya pada ikan glodok.

2) Organ pernapasan udara

Umumnya dijumpai pada ikan-ikan yang hidup diperairan bersuhu tinggi, stagnan dan miskin oksigen. Pengelompokan organ pernapasan ini umumnya dikaitkan dengan bagian-bagian dari saluran pencernaan. Organ –organ tersebut adalah :

a) Pada rongga branchial yang terdiri dari : seperti pada ikan hypopomus sp , divercula branchial seperti pada ikan saccobranchus ,dan labyrinth seperti pada ikan anaba testudineus , helostoma temincki. Pada rongga Bucco- pharing . contoh pada *Amphibius* sp , *Ophicephalus* sp.

b) Pada eosophagus yang terdiri dari :

   - Gelembung gas yang terdiri dari holostees seperti pada amia sp , Teleostei seperti pada Heterotis p, Arapaima sp , Gymnarchus sp, lebiasina sp dan Umbra sp.
   - Paru - paru terdapat pada ikan polyteridae seperti *Polypterus* sp, *calamuichthys* sp dan Dipnoi seperti *neoceratodus* sp , *protopterus* sp, dan *lepidosiren* sp.

   Saluran udara ke paru-paru berasal dari eosophagus bagian bawah. Hal ini berlawanan dengan saluran udara yang menuju gelembung renang.

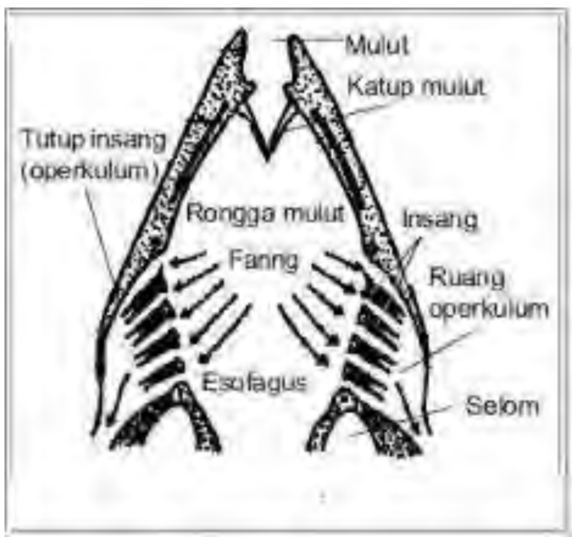
c) Pada lambung ; pada ikan yang menggunakan lambung sebagai alat pernafasan tambahan seperti dinding lambung tipis, banyak ditemukan pembuluh darah , dan kelenjar gastric tidak ada. Misal pada ikan ancitrus sp.

d) Pada usus ; udara masuk melalui mulut kemudian keluar lewat anus. Pada saat melewati usus sebagian dari oksigen diikat oleh pembuluh darah pada usus. Misal pada ikan Cobitis sp, Misgurnus sp.

b. Mekanisme pernapasan

Mekanisme sistem pernapasan (respirasi) biota air dapat diuraikan sebagai berikut :

- Inspirasi ; mulut terbuka , rongga bucco pharinx dan rongga insang menggelembung dan selaput operculum terbuka. Pada keadaan ini air masuk (terisap).
- Expirasi ; mulut tertutup ,rongga bucco –pharinx dan rongga insang berkonsentrasi menyempit selaput operculum terbuka. Pada keadaann ini air mengalir dari rongga mulut dan rongga insang kearah luar melalui insang terjadi pertukaran gas.



Gambar 39. Proses respirasi pada ikan

Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat konsumsi oksigen antara lain:

1) Faktor luar terdiri dari :
   a) Tekanan parsial oksigen yang terdiri dari 2 tipe yaitu:
      - Ada yang tingkat konsumsi oksigennya tergantung pada keadaan tekanan okigen (conformer).

- Ada yang tingkat konsumsi oksigennya relatip konstan pada kisaran tekanan parsial oksigen yang sempit (Regulator).

b) Suhu. Peningkatan suhu diikuti dengan peningkatann laju metabolisme.

c) Faktor lain , misalnya makanan ,salinitas , dan karbondiokida.

2) Faktor dalam , yang terdiri dari : ukuran ikan , jenis ikan dan faktor lain seperti aktivitas , pemuasaan, kondisi keehatan dan sek.

c. Struktur histologis insang

Lembar insang terdiri dari filamen- filamen insang. Masing- masing filamen tersusun oleh lamella sekunder.

1) *Lamella primer*

Ephitellium pada lamella primer terdiri dari beberapa lapis sel. Terdapat 3 (tiga) bentuk sel pada lamella ini yaitu:

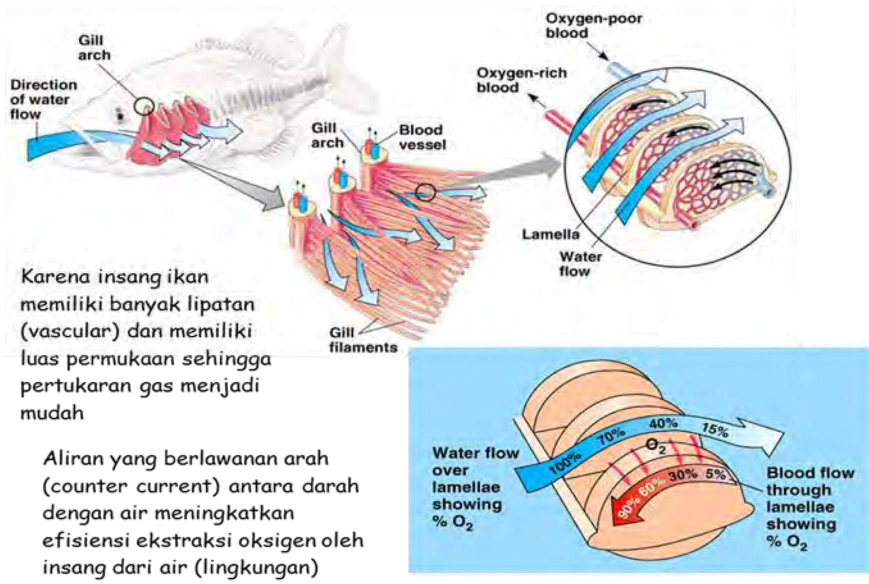
- Sel monocyte = sel chlor yang berfungsi dalam pertukaran garam, pembuangan garam pada ikan laut dan pengambilan garam pada ikan tawar.
- Sel mucocyte yang berfungsi untuk menghasilkan mucus.
- Sel yang sedikit mengalami perubahan yang hampir menyerupai sel *ephithelium* bagian dalam dari lamella sekunder. Jumlah dari filamen insang per cm 2 tergantung pada satu ukuran dan luas permukaan tubuh kebiasaan hidup ikan seperti : darter hisup didaar, jumlah filamennya 300, tenggiri berat 800gr jumlah filamennya 2.400 dan preca berat 30gr jumlah filamennya 300.

2) Lamella sekunder

Tiap *lamela primer* memiliki lamela sekunder yang memiliki dinding yang tipis, epitalium terdiri dari 2 lapis sel inner dan outer epithelium, dan sel tonggak (*pillar cell).*

d. Mekanisme pemompaan air

Air masuk kedalam rongga mulut melalui mulut karena adanya perubahan volume buccal dan rongga opracullum. Meninggi dan merendahnya atap dari parim mengubah ukuran rongga mulut, sedangkan volume rongga opraculum dipengaruhi oleh gerakan opraculum kedalam dan keluar.beberapa jenis ikan tidak aktif menyaring, tetapi terus menerus berenang mempertahankan arus yang melalui insan. Efisiensi pertukaraan gas pada teleostei sangat tergantung pada arus berlawanan dari air yang kaya oksigen, dengan darat yang miskin oksigen *(counter current).*



Gambar 40. Mekanisme pemompaan air

1) Pengaturan pernapasan

   Pemacu ventilasi, pada ikan syaraf-syaraf pada ikan menyebar terletak pada dasar dari medullin. Syaraf pemacuh yang membangkitkan ritme bernapas pada binatang mulai dari anelida, hingga vertebrata.

2) Pengangkutan O_2 dan CO_2

   Ada empat macam pigmen pernapasan yang ditemukan pada binatang yaitu:

Hemoglobin, cholorcoroien, hemochynin dan *hemorythin*. Keempat pigmen yang ditemukan lebih dari satu jenis pigmen. Pada ikan pigmen pernapasan ini adalah hemoglobin. Hemoglobin merupakan pigmen pernapasan yang paling efesien. Hemoglobin terdiri dari heme dan globin. Heme adalah metalopor phyrin , dan globin adalah protein. Heme terdiri dari 4 pyral dengan struktur cyclic. *Ciyclic tetrapeyrole* disebut empat pyrol dengan struktur cyclic. Chyclic tetrapeyrole disebut porpyrin. Porphyrin ini berfungsi dalam prosses fotosintesis (*chloprophyl*), enzim (*catalase*), tranver electron (*cytochroma*) tranfer gas (hemoglobin dan beberapa pigmen). Yang paling penting diantara porphyrin adalah metalophhorpyrin, dengan satu atom logam (fe) berikatan dengan empat atom nitrogen pytol sifat dari hemoglobin yang paling penting adalah kemampuan untuk mempermudah atau mempercepat difusi O2. Sifat ini juga berlaku untuk perpindahan O2 yang cepat dari kapiler kemitochondria. Pengikatan O2 tergantung pada pH dan kandungan CO2 serta suhu. Peningkatan keasaman akibat penumpukan CO2 atau metabolit yang lain mengakibatkan menurunnya afinitas O2 dengan lebih siap melepas O_2 pada efek bohr.

3) *Reversed bohr effek*

Pada beberapa invertebrata (limulus sp, tubifex sp dan helix sp) memiliki darah dengan suatu peningkatan afinitas oksigen pada keasaman yang tinggi, jadi tingginya level CO2 tidak menghambat kemampuan mengikat O2 dan meneruskannya ke jaringan.

e. Konsumsi oksigen

indikator dari respirasi adalah jumlah oksigen yang dikonsumsi oleh suatu jenis ikan. Tingkat konsumsi O_2 menunjukkan tingkat metabolisme. Metabolisme adalah proses-proses perubahan kimia (transportasi materi dan energi) yang berlangsung secara kontinyu didalam sel makhluk hidup. Metabolisme ada dua yaitu anabolime (penyusunan) dan katabolisme. (penguraian) pada hewan berdarah panas, laju metabolisme diukur berdasarkan jumlah panas yang dihasilkan. Pada hewan berdarah dingiin (ikan) metode tersebut sulit untuk melakukan. Metode yang umumnya digunakan untuk mengukur jumlah konsumsii oksigen. Tingkat metabolisme dinyatakan dalam panas yang dihasilkan atau oksigen yang dikonsumsi per unit berat dan per unit waktu. Konsumi 0_2 adalah indikator respirasi yang juga menunjukkan metabolisme energetic.

f. Pengukuran tingkat metabolisme

Metode langsung yaitu mengukur panas yang dihasilkan oleh binatang. Teknik ini kadang-kadang membutuhkan instalasi khusus yaitu ruang metabolisme adiabatic yang sangat canggih yang memungkinkan dapat mengukur variasi. Perbedaan panas sangat lemah 0,02-0,030C. Metode tersebut sering digunakan untuk hewan darat dan penggunaannya pada lingkungan aquatik sulit dilakukan.

Metode tidak langsung. Metode ini didasarkan pada respirai untuk menduga panas yang dihasilkan atau energi yang digunakan melalui koefisien equivalen energi (*coefisien oxycalory* dan *question respiratoire*); yaitu *RQ = volume C*O_2 *yang dihasilkan berbanding volume* O_2 *yang dikonumsi.* Webb (1975), menyatakan pengukuran secara tidak langsung yang didasarkan pada konsumsi oksigen merupakan teknik yang paling sederhana untuk mempelajari metabolisme pada ikan. Coefisien okxygen calorik (Qox) menurut Illiot dan Davidson (1975) adalah untuk protein 3,20

Cal/mg O_2 yang dikonsumsi, Glucide 3,53 Cal/mg O_2 yang dikonsumsi, Lipid 3,26 Cal/mg O_2 yang dikonsumsi.

Pengukuran wadah dengan aliran kontinyu. Dimana suhu dipertahankan dan kandungan O2 pada air masuk dan air keluar diukur, umumnya digunakan elektroda. Dan diketahui kandungan O2 terebut serta debet airdapat dihitung konsumsi O2 serta jumlah ikan dan waktu pengukuran tidak terbatas.

Pengukuran pada wadah tertutup, pada perinsipnya ikan yang berukura tertantu diletakan dalam suatu wadah tertutup pada volume air tertentu dan kandungan O_2 (mg O_2/kg/h) dapat diketaui. Kelemahannya adalah jumlah ikan terbatas dan kebutuha oksigen sedikit. Tidak ada aliran air serta volume air diketahui. Ini dilakukan pengukuran kadar O_2 dalam interval waktu tertentu, pengambilan contoh ukur air melalui metode winkler ataupun penurunan kandungan O_2, hal ini akan menurunkan laju konsumsi, akibat nilai yang diperoleh kurang mencerminkan kondisi sebenarnaya.

Contoh Perhitungan

Dalam menghitung debet air diperlukan atau jumlah ikan yang dapat dipelihara atau/tampung dalam suatu wadah : konsumi O_2/kg ikan/jam, kadar O_2 dalam air, dan kadar O_2 minimal yang dapat ditolerir.

Contoh I :

Berapa debit air yang diperlukan untuk mengisi kolam yang akan ditanam ikan sebanyak 100 kg. Dimana kebutuhan O_2 = 100 x 50 mg O_2 = 500 mg O_2/jam, sedangkan O_2 dalam air yang tersedia = 7 – 3 = 4 mg O2/l, jadi debit air yang dibutuhkan adalah 5000 mg O_2 dibagi 4 mg O_2 = 1250 l/jam.

Contoh II :

Kebutuhan O_2 = 50 mg O_2/jam/kg dan O_2 dalam air yang tersedia adalah 7 = 4 mg O_2/L. Jadi debit air = 10 L/detik = 36.000 L/jam.barapa jumlah ikan yang ditebar ? O_2 yang tersedia dalam air = 4 x 36.000 = 144.000 mg O_2/jam, sedanglan jumlah ikan yang dapat ditebar = 144.000 : 50 = 2.880 kg.

Contoh III :

Kebutuhan O_2 = 50 mg O_2/jam/ kg dan volume air = 101, sedangkan ikan sebanyak 100 g = 0,1 kg serta O_2 teredia (7 – 3) x 10 = 40 mg O_2. Berapa lama ikan dapat bertahan dalam wadah ? = 0,1 x 50 mg O_2/jam = 5 mg O_2/jam = 40/5 = 8 jam.

3. Tugas

Mengeksplorasi/Eksperimen 5

Judul : Sistem pernapasan (respirasi)

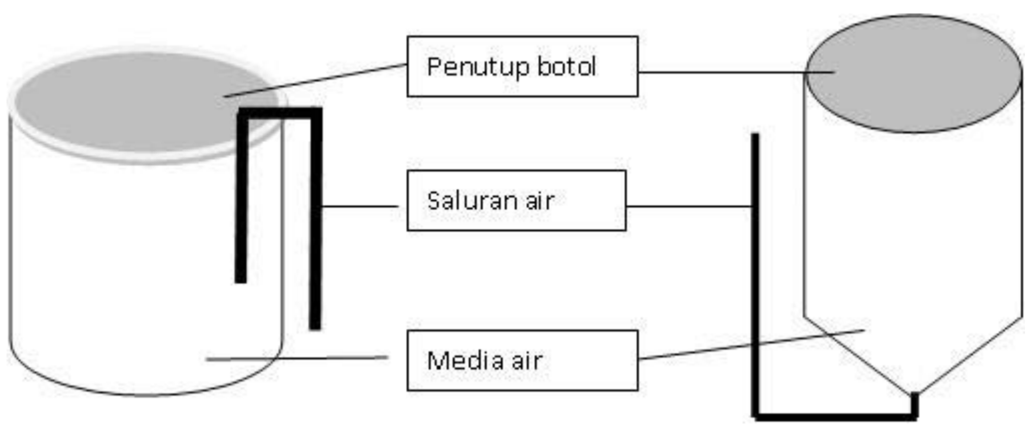
Tujuan : Setelah menyelesaikan lembar kerja ini peserta didik mampu menganalisis konsumsi oksigen biota air.

Alat dan bahan :

1. Modul
2. Buku
3. Internet
4. Botol galon/Toples besar
5. Sampel Hewan uji (ikan, krustace, kerang) ukuran benih dan dewasa
6. DO meter
7. Penutup toples (styrofoam, plastik dll)
8. Alat tulis menulis

Langkah kerja :

1. Diskusikan bersama teman kelompok tentang sistem pernapasan (respirasi) berbagai biota air untuk mendapatkan pemahaman yang sama !
2. Lakukan persiapan galon/toples dan media pemeliharaan ikan yang akan diamati (volume air 10 – 15 liter !



Gambar 22. wadah pemeliharaan dapat berupa toples atau galon

3. Puasakan hewan uji selama 24 jam dan diberi pakan 1 jam sebelum berat hewan uji !

4. Lakukan penimbangan berat hewan uji kecil dan besar selanjutnya masukkan ke dalam galon/toples pengamatan sesuai ukuran hewan uji !
5. Lakukan penutupan galon/toples dan celah udara untuk menghindari masukknya oksigen !
6. Buatlah lubang kecil pada penutup galon/toples dan masukkan selang pengambilan air sampel !
7. Biarkan selama 5 menit untuk menciptakan kondisi stabil dan tidak strees pada hewan uji !
8. Lakukan pengambilan sampel air melalui selang pengeluaran dan tampung pada botol sampel ! Lakukan dengan teliti agar tidak terjadi blubing (gelembung udara).
9. Lakukan pengukuran oksigen pada air sampel untuk mendapatkan data konsentrasi awal oksigen terlarut !
10. Lakukan pengukuran konsentrasi oksigen berikutnya setelah 0,5 jam, 1 jam dan 1,5 jam !
11. Lakukan pengamatan konsumsi oksigen pada biota air, tingkah laku hewan uji dan konsentrasi oksigen terlarut yang dapat ditolelir selama pengujian/percobaan !
12. Lakukan pencatatan pada format berikut :

Konsumsi O2 / Waktu (jam)	**Konsumsi O2 (mg o2/gram/jam)**	
	Hewan uji kecil	**Hewan uji besar**
0,5		
1		
1,5		
dst..		

13. Lakukan analisis terhadap hasil pengamatan pengukuran oksigen pada awal dan akhir pengamatan serta besarnya konsumsi oksigen pada hewan uji !
14. Lakukan analisis hubungan antara ukuran, jenis dan kondisi fisiologis hewan uji dengan tingkat konsumsi oksigen !
15. Buatlah laporan hasil pengamatan sistem pernapasan (respirasi !

Mengeksplorasi/Eksperimen 6

Judul : Sistem pernapasan (respirasi)

Tujuan : Setelah menyelesaikan lembar kerja ini peserta didik mampu mengetahui ketahanan biota air di luar media.

Alat dan bahan :

1. Modul
2. Buku
3. Internet
4. Akuarium/wadah pemeliharaan
5. Sampel biota air (ikan, krustace, kerang)
6. Alat tulis menulis

Langkah kerja :

1. Lakukan persiapan wadah dan media pemeliharaan biota air !
2. Lakukan penimbangan berat hewan uji dan masukkan ke dalam akuarium !
3. Biarkan beberapa menit hingga hewan uji tidak stress !
4. Keluarkan hewan uji dari air dan biarkan selama 1, 5, 10, 15, 30, dan 60 menit ! selanjutnya masukkan kembali ke dalam media pemeliharaan !
5. Lakukan pengamatan kondisi hewan uji terhadap tingkah laku hewan uji selama di luar media, lamanya bertahan di luar media dan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk normal kembali setelah masa pembugaran !
6. Lakukan pencatatan pada format berikut :

5 menit ke-	Lamanya hewan uji di luar media (menit)	Tingkah laku hewan uji selama pengamatan	Lama pembugaran	Jumlah yang mati
1	1			
2	5			
3	10			
4	15			
5	30			
6	60			
dst..	...			

7. Lakukan analisis terhadap hasil pengamatan ketahanan hewan uji di luar media terutama tentang mengapa hewan uji masih bisa bertahan hidup di luar media air dan perbedaan antara hewan air yang mempunyai alat pernapasan tambahan dan yang tidak punya !
8. Buatlah laporan hasil pengamatan ketahanan hewan uji di luar media !

Mengasosiasikan/ Mengolah Informasi

Kesimpulan hasil eksplorasi **:**

1. Sistem pernapasan pada biota air :
   **…………………………………………………………………………………………………
   …………………………………………………………………………………………………
   ……………………**
2. Fungsi dan mekanisme sistem respirasi bioata air :
   **…………………………………………………………………………………………………
   …………………………………………………………………………………………………
   ……………………**
3. Proses pertukaran gas pada hewan air :
   **…………………………………………………………………………………………………
   …………………………………………………………………………………………………
   ……………………**
4. Faktor-faktor yang mempengaruhi sistem respirasi bioata air :
   **…………………………………………………………………………………………………
   …………………………………………………………………………………………………
   ……………………**
5. Metode pengukuran respirasi biota air :
   **…………………………………………………………………………………………………
   …………………………………………………………………………………………………
   ……………………**

Guru Mata Pelajaran　　　　　　　　　　　　　　Kelompok ….

(……………………………………)　　　　　　　　　　(………………………………………)

Mengkomunikasikan

Presentasikan hasil kerja kelompok Anda di depan teman-teman. Apakah ada tanggapan / masukan / sanggahan dari hasil kerja kelompok Anda.



4. Tes Formatif

1) Pertukaran oksigen dan karbondioksida antara suatu organisme dengan lingkungannya adalah....
   a. Respirasi.
   b. Reduksi.
   c. Difusi.
   d. Rehabilitasi.

2) Insang palsu terdapat pada permukaan operculum merupakan ….
   a. *Holobranchi.*
   b. *Hemibranchi.*
   c. *Psedobranchi.*
   d. Homobranchi.

3) Alat pernafasan tambahan pada ikan lele adalah...
   a. Labirin.
   b. Arborescen.
   c. Divertikula.
   d. Insang.

4) Proses diferensiasi sexual pada belut adalah...
   a. *Hermaprodit protoginynous.*
   b. *Hermaprodit protandrous.*
   c. *Hermaprodit sinkron.*
   d. *Hermaprodit simultaneous.*

5) Alat pernapasan tambahan pada ikan gabus, adalah….
   a. Labirin.
   b. Arborescen.
   c. Divertikula .
   d. Insang.

6) Mulut terbuka , rongga bucco pharinx dan rongga insang menggelembung dan selaput operculum terbuka. Pada keadaan ini air masuk (terisap) merupakan mekanisme pernapasan secara....

a. Expirasi.

b. Inspirasi.

c. Respirasi.

d. Reduksi.

7) Mulut tertutup ,rongga bucco –pharinx dan rongga insang berkonsentrasi menyempit selaput operculum terbuka. Pada keadaann ini air mengalir dari rongga mulut dan rongga insang kearah luar melalui insang terjadi pertukaran gas,merupakan mekanisme pernapasan secara...

a. Expirasi.
b. Inspirasi.
c. Respirasi.
d. Reduksi.

8) Yang bukan merupakan faktor- faktor yang mempengaruhi tingkat konsumsi oksigen adalah....

a. Suhu.
b. Salinitas.
c. ukuran ikan.
d. Cuaca.

9) Yang bukan merupakan pigmen pernapasan adalah ....

a. Hemoglobin.
b. Hemorythin.
c. Cholorcoroien.
d. Clorin.

10) proses-proses perubahan kimia (transfer materi dan energi) yang berlangsung secara kontinyu didalam sel makhluk hidup adalah…

a. Metabolisme.
b. Katabolisme.
c. Anabolisme.
d. Kanibalisme.

Kegiatan Belajar 5. Sistem Peredaran Darah (Sirkulasi)

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini, peserta didik dapat :

a. Memahami organ-organ sistem peredaran darah biota air
b. Memahami mekanisme sistem peredaran darah biota air
c. Memahami cairan tubuh biota air
d. Memahami zat penyusun darah biota air

2. Uraian Materi

Sistem Peredaran Darah (Sirkulasi) merupakan Sistem yang berfungsi dalam pengangkutan dan penyebaran enzim, zat nutrisi, oksigen, karbondioksida, garam-garam, antibodi (kekebalan), dan senyawa N dari tempat asal ke seluruh bagian tubuh. Fungsi sistem sirkulasi antara lain mengangkut gas (respirasi), mengangkut nutrien (pencernaan), mengangkut sisa metabolisme (eksresi), mengangkut hasil metabolisme, yang selanjutnya dibuang melalui insang, kulit dan ginjal. Oleh karena itu sistem sirkulasi erat kaitannya dengan proses pernapasan, sekresi, pencernaan dan osmoregulasi.

Mengamati

- Bentuklah kelompok peserta didik dalam jumlah 4 – 5 orang
- Lakukan kegiatan mencari informasi dari buku atau bahan ajar, internet, video dan lain-lain sehingga anda bisa memahami sistem peredaran darah (sirkulasi) biota air.
- Adapun informasi yang harus anda cari adalah :
  a. Organ-organ sistem peredaran darah biota air
  b. Mekanisme sistem peredaran darah biota air
  c. Cairan tubuh biota air
  d. Zat penyusun darah biota air

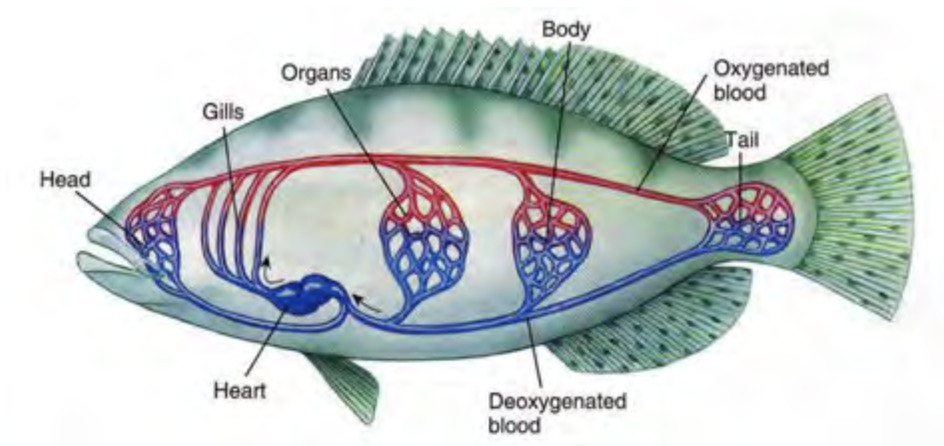
Setelah anda mendapatkan informasi, lakukan diskusi antar kelompok dengan cara setiap kelompok bertukar informasi atau bertanya tentang sistem peredaran darah (sirkulasi) biota air !



Menanya

1) Bandingkan informasi yang anda peroleh dengan informasi kelompok lain, dapat dimulai dengan proses pertanyaan sebagai berikut :
   a. Organ-organ apa saja yang berperan dalam sistem peredaran darah biota air.
   b. Bagaimana sistem peredaran darah biota air.
   c. Jenis cairan apa saja yang ada didalam tubuh biota air.
   d. Zat-zat apa yang berperan pada penyusun darah biota air.
2) Adakah perbedaan informasi dari yang anda peroleh ? Jika ada, sebutkan !
3) Tuliskan kesimpulan anda tentang sistem peredaran darah (sirkulasi) biota air dan diserahkan pada guru !

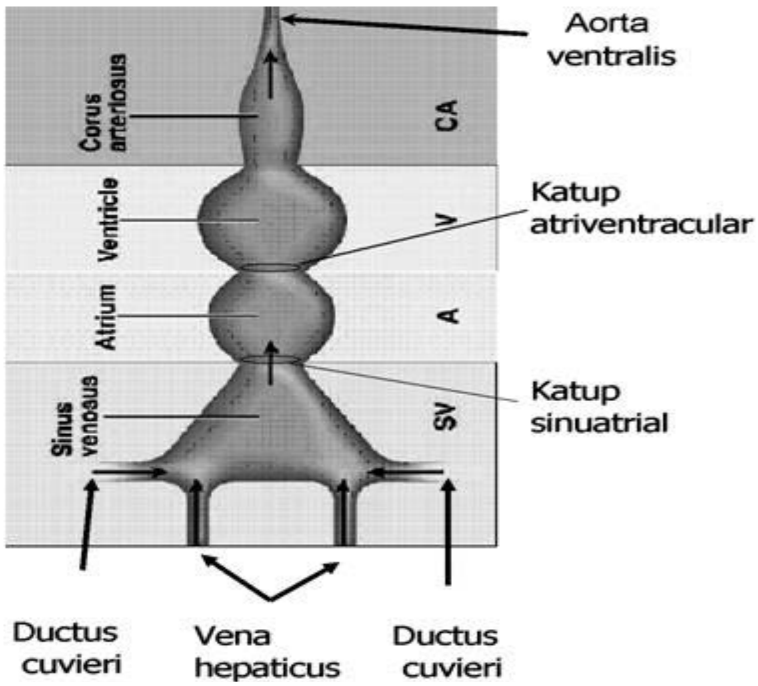
Seperti pada golongan vertebrata lainnya, ikan mempunyai sistem peredaran darah tertutup, artinya darah tidak pernah keluar dari pembulunya, jadi tidak ada hubungan langsung dengan sel tubuh sekitarnya. Darah memberi bahan materi dengan perantaraan difusi melalui dinding yang tipis dari kapiler darah, dan kembali ke jantung melalui pembulu yang ke dua. Seri pertama dinamakan sistem arteri dan seri ke dua disebut sistem vena. Sistem peredaran darah, organ utamanya adalah jantung yang bertindak sebagai pompa tekan merangkap pompa hisap. Darah ditekan mengalir keluar dari jantung melalui pembuluh arteri ke seluruh tubuh sampai ke kapiler darah, kemudian dihisap melalui pembuluh vena dan kembali ke jantung. Sistem peredaran darah ini disebut sistem peredaran darah tunggal.



Gambar 41. Sistem sirkulasi Ikan

a. Jantung

   Jantung pada ikan dibangunkan oleh empat ruangan yang terletak di bagian posterior lengkung insang, di bagian depan rongga badan dan di atas Ithmus. Ruangan ini berurutan dari belakang ke depan, yaitu:



Gambar 42. Ruang-ruang pada jantung ikan

1) Sinus Venosus adalah ruang tambahan yang berdinding tipis, hampir tidak mengandung jaringan otot. Dinding kaudalnya bersatu dengan bagian depan dari septum transversum, yang memisahkan rongga pericardial dari rongga pleuroperitoneal. Darah venus dari seluruh tubuh, masuk di sinus venosus melalu sepasang ductus Cuvieri yang masuk di bagian lateral, dan sepasang sinus hepaticus yang masuk pada dinding posterior dari sinus venosus. Vena coronaria yang datang dari dinding otot jantung, juga masuk dari sinus venosus. Dari sini darah melalui lubang sinus atrial masuk ke dalam atrium.
2) Atrium adalah ruang tunggal yang dindingnya relatif tipis, terletak di anterior dari sinus venosus. Darah dari atrium melalui lubang atrioventikular diteruskan ke dalam rongga ventrikel. Lubang ini dijaga oleh klep atau katup atrioventrikular, supaya aliran darah tidak kembali ke rongga atrium.
3) Ventrikel adalah ruang berdinding tebal berotot, menerima darah hanya dari atrium saja dan memompakan darah melalui aorta ventral ke insang.

Ruang ini dibentuk oleh dua lapisan otot yaitu lapisan otot luar disebut kortikal dan lapisan otot dalam disebut spongi. Bagian ini menerima darah dari atrium melalui atrioventricular. Ujung anterior dari ventrikel tumbuh memanjang dan berdinding tebal, di dalamnya terdapat suatu seri klep semilunar.

4) Conus Arteriosus. Pada Elasmobranchii, conus arteriosus berkembang denga baik, tetapi tidak mempunyai bulbus arteriosus. Pada sebagian ikan Teleostei conus arteriosus sudah tereduksi menjadi suatu struktur yang sangat kecil, sedangkan bulbus arteriosus (perluasan sebagian dari aorta ventralis) berkembang dengan baik.

b. Saluran Darah,

ada 3 bentuk saluran darah : arteri, vena, kapiler

1) Arteri adalah pembuluh darah yang aliran darahnya menjauhi jantung atau saluran yang dilalui darah yang keluar dari insang dan menuju ke bagian bagian tubuh. Biasanya membawa darah yang kaya dengan oksigen ke seluruh bagian tubuh. Saluran darah ini terdiri dari tiga lapisan yaitu bagian dalam (intima), memiliki lapisan endothelium dan sub endothelium.
2) Vena adalah pembuluh darah balik yang aliran darahnya menuju ke jantung. Struktur vena sama halnya dengan arteri, namun mempunyai dinding yang lebih tipis dan rongga yang lebih besar dibanding arteri pada ukuran diameter yang sama. Bagian dalam dari vena yang mengalami tekanan hidrostatik tinggi, umumnya kaya akan jaringan elastis dan sel otot licin. Dinding vena umumnya berkontraksi secara aktif, tidak hanya mempertahankan tekanan darah dalam sistem vena, tetapi juga untuk memompakan darah dari dinding ke jantung.
3) Kapiler adalah bagian percabangan saluran darah yang merupakan tempat terjadinya pertukaran zat (gas nutrien) antara darah dengan

jaringan/sel. Ada tiga macam kapiler darah yaitu, kapiler kontinyu, kapiler berpori dan kapiler diskontinyu (sinusoid).

c. Cairan Tubuh

Air adalah bagian yang terbesar dari masa tubuh suatu organisme, meliputi kurang lebih 2/3 dari bobot tubuh dan merupakan zat esensial ke dua setelah oksigen bagi kehidupan. Air dalam tubuh sangat berpengaruh terhadap fungsi organ. Pada hewan sehat volume perbobot air dalam tubuh relatif sangat sedikit, bahkan hampir konstan. Pada kenyataannya masukan air ke dalam tubuh tampak brubah-ubah, berarti terjadi mekanisme pengaturan air didalam tubuh.

Cairan tubuh adalah air dan zat-zat yang larut didalamnya. Cairan tubuh terdiri dari dua bagian yaitu: 1). Cairan intraseluler dan 2). Cairan ekstraselluler. Kurang dari 2/3 cairan tubuh adalah cairan intraseluler . cairan tubuh intraseluler dalam butir-butir darah merah sedikit berlainan dari sel-sel lainnya, karena dalam sel-sel terdapat ion Na dan CI dalam jumlah cukup besar, mengandung Hb dan sedikit zat-zat organik dibandingkan dengan sel-sel lainnya.

Cairan ekstraseluler adalah semua cairan yang terdapat di luar sel. Cairan ini selalu bercampur dalam keadaan baik dan volume kira-kira 1/3 dari seluruh cairan tubuh. Pembagian cairan ekstraseluler berdasarkan tempatnya:

1) Cairan intertial adalah cairan yang terdapat diantara sel-sel,
2) Cairan intravasculer yaitu cairan yang terdapat dalam pembuluh-pembuluh,
3) Cairan urebro spinal ialah cairan yang terdapat dalam otak dan sum-sum tulang punggung,
4) Cairan gastrointestinal merupakan cairan yang terdapat seperti persendian-persendian.

Cairan intertial sebagian dalam keadaan bebas, tetapi umumnya terkait oleh zat-zat yang memerlukan air seperti serat-serat kalogen dan polimer asam hyluronika, meskipun demikian keadaan ini masih dapat ditembus oleh zat-zat lain. Plasma adalah bagian darah yang non seluler, pori-pori kapiler darah. Kira-kira 60% dari darah adalah plasma dan 40% lainnya adalah benda-benda darah.

Perbedaan utama antara cairan ekstraseluler dan cairaan instraseluler terletak pada konsentrasi beberapa zat, yang sangat menyolok antara lain Na+ dan CI- lebih banyak dalam cairan ekstraseluler dari pada cairan intraseluler untuk ion K+, Mg+ dan zat-zat organik, walaupun demikian kedua cairan tersebut selalu dalam keseimbangan.

Komposisi cairan tubuh adalah 2/3 dari tubuh dan 1/3 berupa benda padat, dari 2/3 tersebut 33-61% berupa cairan intraseluler, 2,5 – 6% dalam bentuk darah (sel darah merah 1 – 2,5% dan plasma darah 2 -4%), 27 – 33% berupa ekstraseluler (Na+, CI- dan cairan jaringan).

d. Darah

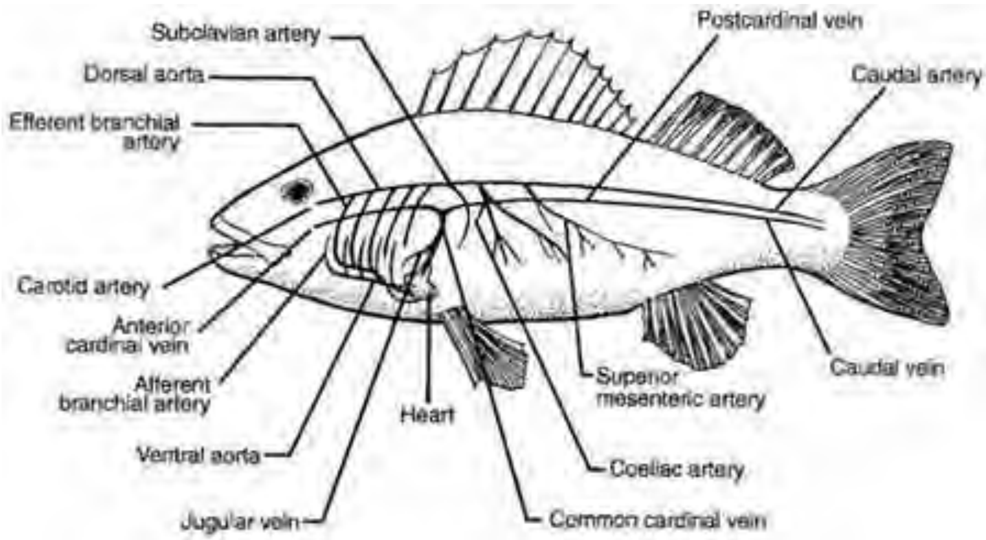
Darah berupa cairan yang dibangunkan oleh plasma darah, sel darah dan substansi lain yang terlarut di dalamnya. Plasma darah berupa cairan zat putih telur yang mengandung bagian-bagian dari sel darah dan mineral terlarut. Di luar pembuluh darah, darah akan membeku disebabkan oleh kerja enzim trhombokinase yang bereaksi dengan garam kalsium menjadi trombin yang aktif.

Ikan memiliki kadar protein plasma berupa albumin (pengontrol tekanan osmotik), lipoprotein (pembawa lemak), globulin (pengikat *hemo*=darah), ceruloplasmin (pengikat Cu), fibrinogen (bahan pembeku darah), dan iodurophorine (sebagai yudium anorganik). Fungsi utama darah yaitu transportasi bahan materi yang dibutuhkan bagian tubuh, atau yang tidak diperlukan dibawa ke organ pembuangan. Darah, juga menjaga masuknya

bahan penyakit, memperbaiki bahan jaringan yang rusak, mengantarkan bahan pertumbuhan, dan membawa oksigen ke jaringan-jaringan tubuh. Dengan adanya hormon dalam aliran peredaran darah, seolah olah darah berfungsi seperti sistem saraf tambahan.

Pertukaran oksigen dari air dengan CO_2 terjadi pada bagian semi permeabel yaitu pembuluh yang terdapat di daerah insang. Selain dari itu, di daerah insang terjadi pengeluaran kotoran yang bernitrogen dan insang juga mengeleminir mineral yang berdifusi. Jantung mengeluarkan darah yang relatif kurang oksigen dan berkadar CO_2 tinggi.

Ikan pada umumnya, vena utama yang membawa darah kembali ke jantung ialah sepasang vena kardinalis anterior-dan posterior. Vena yang pertama, membawa darah dari bagian kepala berjalan berdampingan dengan sepasang vena jugularis yang letaknya lebih ke tengah. Dari ekor berjalan vena caudalis yang tunggal, kemudian bercabang dua menjadi vena portae renalis menuju ke ginjal. Di dalam ginjal vena potae renalis mempercabangkan banyak vena renalis advehentes, dan masing-masing cabang ini pecah menjadi kapiler darah. Jaring kapiler darah ini kemudian bersatu kembali menjadi beberapa vena renalis revehentis yang mengalir ke permukaan tengah dari ginjal dan bermuara pada vena kardinalis posterior. Volume darah yang beredar dalam tubuh ikan Teleostei berkisar antara 1,5 – 3 % dari bobot tubuhnya. Pada Squlus acanthias volume darah bisa mencapai 5% dari bobot tubuhnya.



Gambar 43. Sistem peredaran vena pada ikan teleostei

e. Organ pembentuk Darah

Pada vertebrata berdarah panas, pembentukan sel darah terjadi di sumsum tulang belakang, limpa dan tonjolan-tonjolan saluran limpatik. Pada ikan amphibia lebih banyak lagi organ-organ yang berperan dalam pembentukan sel-sel darah (hematopoesis).

Pada ikan, darah dibentuk di dalam ginjal, limpa dan juga timus. Pada stadia embrio, saluran darah dapat menghasilkan sel-sel darah, sedangkan ikan dewasa sel-sel darah masih di bentuk di permukaan saluran darah, namun pusat-pusat pembentukan sel-sel darah lebih nampak. Pada cyclostomata, semua jenis sel darah lebih di bentuk dalam limpa dan terbesar pada submucosa usus alat pencernaan makanan.

Pada ikan berahang, limpa terdapat dengan jelas yang terbagi atas cortex (bagian luar) yang berwarna merah dan medulla (bagian dalam) yang berwarna putih. Cortex membentuk eritrosit dan trombosit, sedangkan medullanya membentuk linphosit dan granulosit. Pada ikan Acipencer, Polydon, dan lepidoserin, jantung dikelilingi oleh jaringan dengan struktursponge berwarna coklat kemerah-merahan. Jaringan ini menghasilkan lymphosit dan granulosit. Dinding esophagus pada ikan

selachi, baik pada bagian atas maupun bagian bawah, mulai dari bagian bucco-faring hingga bagian kardinal dari lambung terdapat organ lymphoid yang dikenal dengan nama *jeyding* . organ ini menghasilkan sel-sel darah putih, jika limpa dihilangkan maka organ leyding ini juga dapat menghasilkan sel-sel darah merah. Pada ikan *chondricthyes* dan dispiral valve pada usus menghasilkan beberapa bentuk sel- sel darah putih (Lagler et al.,1977 *dalam* Affandi R dan Usman MT, 2002).

Ginjal adalah organ yang paling kaya akan jaringan limphoid, trombosit dibentuk di bagian mesonefrik. Selain terdapat pada ginjal, jaringan limphoid juga terdapat pada permukaan gonad jantan dan betina ikan *selachi* dan *dipnoi*, katup spiral usus membentuk *leukosit*. *Eritrosit* dan *granulosit* dibentuk di dalam arch-dorsal dari protovertebral hingga notokorda. Selain itu bagian-bagian sel tulang rawan pada kepala dari beberapa jenis ikan cucut (squaliformes) dan *chimaera, lepisostus* dan amia juga menghasilkan seluruh jenis-jenis sel-sel darah (Lagler et al.,1977 *dalam* Affandi R dan Usman MT, 2002

f. Zat Penyusun Darah

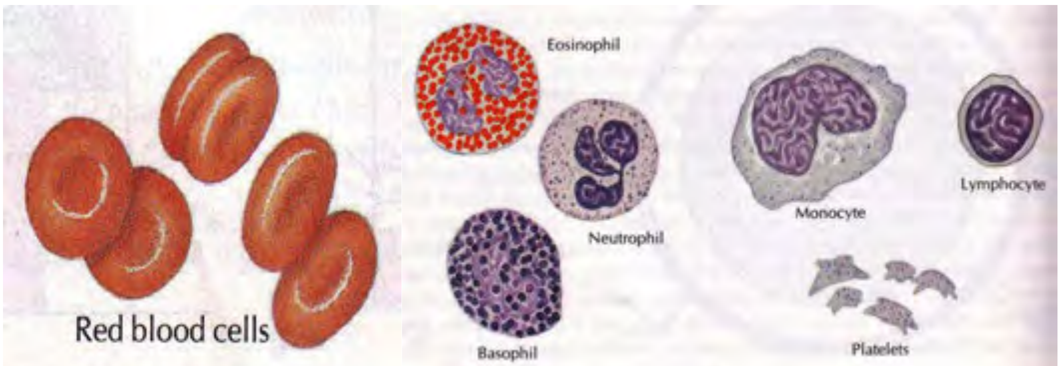
Darah ikan tersusun atas cairan plasma dan sel-sel darah yang terdiri dari sel-sel darah merah (eritrosit), sel-sel darah putih (leukosit) dan keping darah (trombosit). Volume darah dalam tubuh ikan *teleostei, heleostei,* dan *chondrostei* adalah sekitar 3% dari bobot tubuh, sedangkan ikan *condrocthyes* memiliki darah sebanyak 6,6% dari berat tubuhnya (Randall, 1970).

1) *Erythrocyte* (sel darah merah)

Erythrocyte pada ikan berbentuk lonjong dan berinti dengan diameter 7 – 36 mikron (tergantung spesies ikannya). Warna merah dari darah disebabkan oleh hemoglobin yang terdapat dalam *erythrocyte*. Jumlah *erythrocyte* tiap mm^3 darah berkisar antara 20.000 – 3.000.000.

Pengangkutan oksigen dalam darah bergantung kepada komponen Fe pada hemoglobin (pigmen pernapasan) yang terdapat di dalam *erythrocyte.*

Kemampuan mengikat oksigen pada tingkat kejenuhan 95%, kandungan besi dalam darah dan jumlah sel darah merah sangat bervariasi bergantung pada stadia hidup, kebiasaan hidup dan kondisi lingkungan.



Gambar 44. Komposisi pembentukan sel darah merah

2) *Leucocyte* (sel darah putih)

Leucocyte pada ikan tidak berwarna, berjumlah antara 20.000 – 150.000 dalam tiap mm^3 darah. Leucocyte dapat dibedakan menjadi tiga macam sel, yaitu *granulocyte, limphocyte*, dan *monocyte*. Walaupun *leucocyte* merupakan unsur darah, tetapi fungsi utama dari padanya ada di luar pembuluh darah. Mereka mempunyai sifat dapat menerobos keluar dari pembuluh darah, dan bergerak secara amoeboid di antara jaringan sekelilingnya. Mereka tidak hanya mempunyai sifat daya fagositose saja, tetapi kaya terhadap enzim yang dapat menimbulkan reaksi kimia. Di luar pembuluh darah, *leucocyte* hanya berumur pendek.

Sel darah putih dibagi menjadi *granulosit* dan *agranulosit* berdasarkan ada atau tidaknya butir-butir (granula) dalam sel. Granulosit dibagi menjadi *monosit, trombosit* dan *limfosit*. Berdasarkan penyerapan warna, *granulocyte* terdiri dari neuttrophil, acidophil (eosinophil) dan basophil.

3) Thrombocyte

Thrombocyte ukurannya jauh lebih kecil dari *erytrocyte*, besarnya bervariasi antara 2 sampai 3 mikron. Mereka merupakan penghasil utama dari thrombokinase.

Darah ikan berfungsi mengedarkan natrien yang berasal dari pencernaan makanan ke sel-sel tubuh, membawa oksigen ke sel-sel tubuh (jaringan), dan membawa hormon dan enzime ke organ tubuh yang memerlukannya. Selain itu, bagian-bagian sel darah putih mempunyai fungsi yang khusus. Secara fungsional, trombosit berperan dalam pembekuan darah. Monosit berfungsi sebagai makrofag. Limphosit berfungsi sebagai antibodi untuk melawan antigen yang masuk ke dalam tubuh. Neutrofil diyakini mempunyai fungsi fagositik atau sebagai sel fagosit (yasutake and wales, 1983).

Darah merupakan bagian penting dari sistem transport. Darah merupakan jaringan yang berbentuk air terdiri atas dua komponen yaitu plasma darah dan sel-sel darah (sel darah putih = *leukosit*), sel darah merah (*eritrosit*), *retikulasit, limfosit* kecil dan besar, *ganulosit, trombosit* dan *monosit* (makrofag). Berbeda halnya dengan hewan bersel satu dan hewan kecil, dimana tidak memerlukan sistem transport karena oksigen dan makanan dapat berdifusi ke seluruh bagian tubuh, demikian pula dengan sampah-sampah metabolisme dapat berdifusi keluar tubuhnya.

Pada hewan rendah seperti *moluska* dan *anthropoda* terdapat darah yang biasanya disebut hemolimf, fungsinya untuk transport bahan makanan, sisa-sisa metabolisme, dan juga mempunyai fungsi dalam respirasi (mengangkut gas oksigen dan karbondioksida), oleh karena itu hemolimf mempunyai pigmen penafasan seperti hemoglobin (pada *anellida*), hemosianin (pada *moluska*), hemoritrial (pada *anelida*), dan Idororeorin.

Volume darah pada ikan terdiri dari bagian ekstracelluler yang masuk dalam sistem cardiovaculler ditambah dengan volume eritrosit, luekosit, dan platelet dalam darah. Volume darah dari hasil pengukuruna volume plasma dan hematocit pada ikan-ikan besar seperti Agnatha mempunyai volume darah yang lebih besar dari ;ikan-ikan lain. Untuk *condrichthyes* volume 6,6% dari berat badan sedangkan *coondrestei, halostei* dan *teleostei* (untuk species-species ikan air tawar dan laut) mempunyai volume darah kurang lebih 3% dari berat badan (Randall, 1970 *dalam* Affandi R dan Usman MT, 2002).

Volume darah dalam jaringan tubuh ikan berbeda untuk tiap jaringan. Seperti dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Distribusi darah pada beberapa jaringan *Rainbow trout* (salmo gairdneri) (Randall, 1970)

Jaringan	% Berat Badan	Volume Darah Dalam Jaringan
Jantung	0,2	2,0
Insan	3,9	7,6
Usus	5,1	2,4
Hat	1,4	4,0
Limpa	0,3	1,4

Plasma darah merupakan cairan benih yang mengandung sel-sel darah, mineral terlarut hasil serapan dari proses pencernaan produk sisa jaringan, hasil sisa sekresi khusus enzim, antibodi dan gas-gas terlarut. Kandungan bahan terlarut dalam suatu larutan termasuk plasma ditunjukkan oleh penurunan titik bekunya dan dari hasil pengukuran tekanan osmotiknya. Naiknya tekanan osmotik cairan tubuh meningkatkan kecenderungan air masuk melalui membran semi permiabel untuk melarut dalam cairan tersebut.

3. Tugas

Mengeksplorasi/Eksperimen 8

Judul : Sistem Peredaran Darah (Sirkulasi)

Tujuan : Setelah menyelesaikan lembar kerja ini peserta didik mampu mengetahui kontraksi otot jantung ikan.

Alat dan bahan :

1. Modul
2. Buku
3. Internet
4. Sampel hewan uji (berbagai jenis ikan) ukuran kecil dan besar
5. Dissecting set (alat bedah)
6. Cawan petri
7. Lap.tissue
8. Larutan fisiologis (NaCl 0,9%)
9. Baki
10. Timbangan
11. Stopwatch
12. Akuarium/wadah pemeliharaan
13. Aerasi
14. Alat tulis menulis

Langkah kerja :

1. Diskusikan bersama teman kelompok tentang sistem peredaran darah (sirkulasi) berbagai biota air untuk mendapatkan pemahaman yang sama !
2. Lakukan pengumpulan berbagai jenis ikan disekitar lingkungan sekolah anda !
3. Lakukan penimbangan berat hewan uji (ikan) !
4. Masukkan hewan uji pada wadah perlakuan (wadah diberi aerasi dan wadah tidak diberi aerasi)
5. Ambilah hewan uji ukuran kecil dan besar dari kedua wadah perlakuan ! selanjutnya dilakukan peminsangan hewan uji (ikan) dengan menusuk bagian saraf di otak !
6. Lakukan pembedahan (pengguntingan) hewan uji mulai dari bagian anus ke arah depan hingga insang (hati-hati jangan sampai jantung ikan ikut tergunting !
7. Lakukan pemisahan organ jantung dan letakkan pada larutan fisiologis !

8. Lakukan pengamatan dengan menghitung detak jantung ikan tiap menit ! (Pengamatan selesai setelah jantung ikan tidak berdetak lagi).
9. Lakukan pengamatan juga pada hewan uji dari jenis ikan lainnya !
10. Lakukan pencatatan dan pembuatan grafik hubungan antara waktu (x) dan banyaknya detak jantung (y) !
11. Lakukan analisis terhadap hasil pengamatan kontraksi otot jantung ikan pada berbagai jenis ikan sampel untuk menjawab ;
    - Mengapa jantung ikan tetap berdetak meskipun jantung telah terpisah dari tubuh ikan ?
    - Mengapa ada perbedaan waktu bertahan jantung ikan antara perlakuan yang diberi aerasi dan tidak dan besar atau kecilnya ikan dan faktor yang mempengaruhi lainnya ?
12. Buatlah laporan hasil pengamatan ketahanan hewan uji di luar media !

Mengasosiasikan/ Mengolah Informasi

Kesimpulan hasil eksplorasi **:**

1. Organ-organ sistem peredaran darah biota air :

   ...

2. Mekanisme sistem peredaran darah biota air :

   ...

3. Cairan tubuh biota air :

   ...

   Memahami zat penyusun darah biota air **...**

Guru Mata Pelajaran   Kelompok ....

(...)   (...)

Mengkomunikasikan

Presentasikan hasil kerja kelompok Anda di depan teman-teman. Apakah ada tanggapan / masukan / sanggahan dari hasil kerja kelompok Anda.



4. Tes Formatif

1) Ruang tunggal yang dindingnya relatif tipis, terletak anterior dari sinus venosus. Darah dari atrium melalui lubang atrioventikular diteruskan ke dalam rongga ventrikel. Lubang ini dijaga oleh klep atau katup atrioventrikular, supaya aliran darah tidak kembali ke rongga atrium disebut ….
   a. Sinus Venosus.
   b. Atrium.
   c. Ventrikel.
   d. Conus Arteriosus.

2) Yang <u>*bukan*</u> termasuk fungsi sistem sirkulasi adalah…
   a. Mengangkut gas (dalam sistem respirasi).
   b. Mengangkut nutrien (dalam sistem pencernaan).
   c. Mengangkut sisa metabolisme (dalam sistem eksresi).
   d. Mengangkut garam (dalam sistem osmoregulasi).

3) Pembuluh darah yang aliran darahnya menjauhi jantung atau saluran yang dilalui darah yang keluar dari insang dan menuju ke bagian bagian tubuh. Biasanya membawa darah yang kaya dengan oksigen ke seluruh bagian tubuh. Bagian saluran darah tersebut adalah …
   a. Aorta.
   b. Kapiler.
   c. Vena.
   d. Arteri.

4) Pembagian cairan ekstraseluler berdasarkan tempatnya terdiri dari *kecuali*
    a. Cairan intertial adalah cairan yang terdapat diantara sel-sel.
    b. Cairan intravasculer yaitu cairan yang terdapat dalam pembuluh-pembuluh.
    c. Cairan urebro spinal ialah cairan yang terdapat dalam otak dan sum-sum tulang punggung.
    d. Cairaan instraseluler terletak pada konsentrasi zat Na+ dan CI-.

5) Fungsi utama darah yaitu...
    a. Transportasi bahan materi yang dibutuhkan bagian tubuh, atau yang tidak diperlukan dibawa ke organ pembuangan.
    b. Membuka masuknya bahan penyakit dan memperbaiki bahan jaringan yang rusak.
    c. Mengontrol bahan pertumbuhan, dan mengatur oksigen ke jaringan-jaringan tubuh.
    d. Pengeluaran kotoran yang bernitrogen dan mengeleminir mineral yang berdifusi.

6) Darah ikan tersusun atas cairan plasma dan sel-sel darah. Yang bukan susunan darah yakni …
    a. Sel-sel darah merah (eritrosit).
    b. Sel-sel darah putih (leukosit).
    c. Keping darah (trombosit).
    d. Sel-sel darah (hematopoesis).

7) Ikan memiliki kadar protein plasma yang rendah dibandingkan dengan vertebrata tingkat tinggi. Protein plasma darah utama pada ikan adalah ….
    a. Albumin (pengontrolan tekanan ostmotik).
    b. Lipoprotein (pembawa lemak).
    c. Globulin (pengikat heme).
    d. Limphosit (sebagai antibodi).

8) Yang ***bukan*** termasuk peran protein plasma yang terdapat dalam darah ikan yakni …

   a. Respon kekebalan.
   b. Buffer (penyangga) bila terjadi perubahan pH rendah.
   c. Mengatur tekanan osmotik darah.
   d. Mengangkut nutrient.

Kegiatan Belajar 6. Sistem Osmoregulasi

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini, peserta didik dapat :

a. Memahami proses dan respon adaptasi biota air.
b. Memahami sistem osmoregulasi pada biota air.
c. Mengidentifikasi organ yang berperan dalam osmoregulasi biota air.
d. Memahami kemampuan homeostasi biota air.

2. Uraian Materi

Lingkungan hidup dan faktor-faktor lingkungan secara horizontal dapat dikelompokkan berdasarkan salinitasnya yakni air tawar, payau dan laut. Berdasarkan suhu yakni tropis, sub tropis dan kutub. Secara vertikal laut dalam sampai daerah daratan ketinggian 8000 meter. Faktor-faktor lingkungan terdiri dari Abiotik meliputi fisika (suhu, penyinaran, densitas, tekanan dan kekeruhan), kimia (salinitas, pH, Oksigen terlarut, karbondioksida, amonia, dan alkalinitas), sedangkan faktor biotik yaitu kelimpahan dan keragaman organisme, predator dan parasit.

Faktor-faktor lingkungan tersebut dapat mengalami fluktuasi dan kadang-kadang ditemui kondisi yang ekstrim. Faktor tersebut dapat berubah secara harian dan musiman. Fluktusi faktor tersebut akan mempengaruhi kehidupan organisme, baik terhadap proses-proses fisiologis maupun tingkah lakunya, resistensi atau kematian.

Adaptasi adalah suatu penyesuaian diri secara bertahap yang dilakukan oleh suatu organisme terhadap kondisi baru. Bila suatu organisme diletakkan pada suatu lingkungan yang terganggu, maka respon adaptasinya akan melalui beberapa tahap.. Permulaannya kekuatan dan waktu dari afektor harus cukup untuk dapat memberikan respon, sebagai contoh bila waktu jedahnya pendek

maka menghasilkan respon adaptif, dan bila waktu jedahnya diperpanjang dengan intensitas yang sama maka akan menyebabkan kematian. Jadi waktu dan kuantitas afektor harus dipelajari untuk menduga peranan lingkungan.

Mengamati

1) Bentuklah kelompok peserta didik dalam jumlah 4 – 5 orang
2) Lakukan kegiatan mencari informasi dari buku atau bahan ajar, internet, video dan lain-lain sehingga anda bisa memahami sistem osmoregulasi biota air.
3) Adapun informasi yang harus anda cari adalah :
   a. Proses dan respon adaptasi biota air
   b. Sistem osmoregulasi pada biota air
   c. Organ yang berperan dalam osmoregulasi biota air
   d. Kemampuan *homeostasi* biota air

Setelah anda mendapatkan informasi, lakukan diskusi antar kelompok dengan cara setiap kelompok bertukar informasi atau bertanya tentang sistem osmoregulasi biota air !



Menanya

1) Bandingkan informasi yang anda peroleh dengan informasi kelompok lain, dapat dimulai dengan proses pertanyaan sebagai berikut :
   a. Bagaimana proses dan respon adaptasi biota air
   b. Bagaimana sistem osmoregulasi pada biota air
   c. Organ apa saja yang berperan dalam osmoregulasi biota air
   d. Bagaimana kemampuan homeostasi biota air
2) Adakah perbedaan informasi dari yang anda peroleh ? Jika ada, sebutkan !
3) Tuliskan kesimpulan anda tentang sistem osmoregulasi biota air dan diserahkan pada guru !

a. Adaptasi

Adaptasi adalah suatu proses penyesuaian diri secara bertahap yang dilakukan suatu organisme terhadap kondisi baru. Dalam beradaptasi, hewan memiliki toleransi dan resistensi pada kisaran:

- Zona Lethal yaitu kisaran ekstrim dari variabel lingkungan yang menyebabkan kematian bagi organisme.
- Zona Organisme yaitu kisaran intermedier dimana suatu organisme dapat hidup.

Klasifikasi respon fisiologis akibat perubahan lingkunagn dikelompokkan menjadi 5 tipe yaitu :

1) Aklimasi supra optmal yaitu laju fungsi fisiologis meningkat ketika intensitas rangsangan faktor lingkungan menurun dan sebaliknya.
2) Aklimasi sempurna yaitu laju fungsi fisiologis tidak dipengaruhi perubahan faktor lingkungan.
3) Aklimasi parsial yaitu laju fungsi fisiologis dapat diduga dengan asumsi tipe 4 = 0% dan tipe 2 = 100%.
4) Tidak ada Aklimasi yaitu laju fungsi fisiologis bervariasi langsung dengan faktor lingkungan.
5) Aklimasi berlawanan yaitu laju fungsi fisiologis menurun dengan menurunnya intensitas perubahan lingkungan dan meningkat dengan meningkatnya intensitas.

Dalam rangka menyesuaikan diri dengan lingkungannya, biota air memiliki toleransi dan resistensi pada kisaran tertentu dari variasi lingkungan. Kemampuan mentolerir variabel lingkungan ini erat kaitannya dengan faktor genetik dn sejarah hidup sebelumnya. Kisaran ekstrim dari variabel lingkungan yang menyebabkan kematian bagi organisme disebut zone lethal. Kisaran intermedier dimana suatu organisme dapat hidup disebut

zone toleransi. Posisi dari zone-zone tersebut dapat berubah selama hidup suatu organisme.

Istilah-Istilah yang berkaitan dengan adaptasi

1) Aklimasi dan Aklimatisasi

   Aklimasi adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan respon kompensasi dari suatu organisme terhadap perubahan suatu faktor lingkungan atau penyesuaian diri dari suatu organisme terhadap satu faktor lingkungan. Aklimatisasi adalah suatu istilah yang digunakan untuk menggambarkan respon kompensasi dari suatu organisme terhadap perubahan beberapa faktor lingkungan. Dengan adanya proses adaptasi ini maka lingkungan dapat mempengaruhi generasi mendatang dari suatu spesies melalui proses nongenetik atau melalui seleksi genetik.

   Ada dua macam kompensasi fisiologis untuk dapat berhasil hidup dalam lingkungan yang berubah-ubah yaitu :

   a) Poikilothermic yaitu keadaan dimana suhu tubuh berfluktuasi sesuai dengan suhu lingkungan, kondisi ini ditemukan pada beberapa hewan invertebrata dan vertebrata tingkat rendah
   b) Poikiloosmotik yaitu keadaan dimana osmotik tubuh berfluktuasi mengikuti osmotik lingkungannya, ditemukan pada beberapa hewan invertebrata seperti *polychaeta*.

   Proses fisiologis berlangsung baik pada suatu variasi suhu yang berbeda atau pada kondisi osmotik yang bervariasi disebut conformer. Pada hewan umumnya, variasi suhu atau fluktuasi osmotik dari konsisi lingkungan lainnya memacu mesin pengatur keseimbangan yang akan mempertahankan tetapnya kondisi lingkungan dalam tubuh. Kelebihan panas dibuang atau ditingkatkan untuk mengimbangi yang hilang, air diambil secara osmotik dari cairan encer dan air diserap kembali untuk mengimbangi yang hilang. Dengan cara demikian keadaan

keseimbangan dapat dipertahankan. Hewan yang melakukan kerja ini dikatakan memperlihatkan regulasi dan hewannnya disebut regulator. Proses regulasi ini biasanya melibatkan system saraf otonom dan hormon. Pada beberapa hewan respon terhadap perubahan lingkungan diperlihatkan melalui tingkah laku.

2) Homeostasi

Homeostasi adalah keadaan stabil yang dipertahankan melalui proses aktif yang melawan perubahan. Homeostasi berusaha untuk membuat keadaan stabil sebagai akibat adanya perubahan variabel lingkungan. Homeostasi ini terjadi pada tingkat sel yaitu dengan pengaturan metabolisme sel, pengontrolan permeabilitas mebran sel, pembuangan sisa metabolisme.

Suatu faktor pengganggu seperti suhu ekstrim, osmotik, racun, infeksi atau stimulus sosial dapat menghasilkan stress. Respon stress ini dapat berupa penurunan volume darah, penurunan jumlah leucosit, penurunan glikogen hati, peningkatan glukosa darah, menyusutnya diameter lambung dan lain-lain.

3) Klasifikasi Faktor-faktor Lingkungan

Menurut Fry (1971) pengaruh lingkungan terhadap organisme dapat dibedakan kepada 5 kategori :

a) *Lethal faktor,* yaitu faktor lingkungan yang merusak sistem integrasi dari suatu organisme dan membunuhnya.
b) *Controling faktor,* yaitu faktor lingkungan yang mempengaruhi pada aktifitas molekuler pada mata rantai metabolisme. Misal : suhu, tekanan, dan pH.
c) *Limiting faktor ,* yaitu faktor lingkungan yang mempengaruhi laju metabolisme tetapi melalui pembatasan penyediaan nutrien atau pembuangan sisa metabolisme. Misal : O2 dan cahaya.

d) *Masking faktor,* yaitu faktor lingkungan yang merubah atau menghambat bekerjanya faktor lain (tidak langsung). Misal : keadaan air mempengaruhi suhu dan laju metabolisme.

e) *Directive faktor,* yaitu faktor lingkungan yang menyebabkan gerakan atau terganggunya aktifitas suatu organisme. Misal : suhu, salinitas yang mengarahkan migrasi.

b. Osmoregulasi

Ikan hidup pada media/lingkungan yang kondisinya selalu berubah/berfluktuasi baik harian maupun musiman. Oleh karena itu diperlukan suatu pengaturan keseimbangan air dan garam dalam jaringan tubuhnya. Penyesuaian ikan terhadap pengaruh lingkungan itu merupakan suatu *homeostatis*, dalam hal ini ikan akan mempertahankan keadaan yang stabil melalui suatu proses aktif melawan perubahan dimaksud. Homeostatis merupakan kecenderungan dari organisme hidup untuk mengontrol dan mengatur fluktuasi lingkungan internalnya.

Ikan mempunyai tekanan osmotic yang berbeda dengan lingkunganya, oleh karena itu ikan harus mencegah kelebihan air atau kekurangan air, agar proses-proses fisiologis didalam tubuhnya dapat berlangsung dengan normal. Pengaturan tekanan osmotic cairan tubuh pada ikan di sebut *osmoregulasi.*

Osmoregulasi pada organisme akuatik dapat terjadi dalam 2 cara yang berbeda (Gilles dan Jeunjaux, 1979) yaitu :

1) Usaha untuk menjaga konsentrasi osmotikcairan diluar sel (ekstraseluler) agar tetap konstan terhadap apapun yang terjadi pada konsentrasi osmotic medium eksternalnya.
2) Usaha untuk memelihara isoosmetik cairan dalam sel (interseluler) terhadap cairan luar sel (ekstraseluler).

a) Proses Osmoregulasi Pada Ikan

Kebanyakan invertebrata yang berhabitat di laut tidak secara aktif mengatur sistem osmosis mereka, dan dikenal sebagai osmoconformer. Osmoconformer memiliki osmolaritas internal yang sama dengan lingkungannya sehingga tidak ada tendensi untuk memperoleh atau kehilangan air. Karena kebanyakan osmoconformer hidup di lingkungan yang memiliki komposisi kimia yang sangat stabil (di laut) maka osmoconformer memiliki osmolaritas yang cendrung konstan.Sedangkan osmoregulator adalah organisme yang menjaga osmolaritasnya tanpa tergantung lingkungan sekitar. Oleh karena kemampuan meregulasi ini maka osmoregulator dapat hidup di lingkungan air tawar, daratan, serta lautan. Di lingkungan dengan konsentrasi cairan yang rendah, osmoregulator akan melepaskan cairan berlebihan dan sebaliknya.

Untuk organisme akuatik, proses tersebut digunakan sebagai langkah untuk menyeimbangkan tekanan osmose antara substansi dalam tubuhnya dengan lingkungan melalui sel yang permeabel. Dengan demikian, semakin jauh perbedaan tekanan osmotik antara tubuh dan lingkungan, semakin banyak energi metabolisme yang dibutuhkan untuk melakukan osmoregulasi sebagai upaya adaptasi, hingga batas toleransi yang dimilikinya. Oleh karena itu, pengetahuan tentang osmoregulasi sangat penting dalam mengelola kualitas air media pemeliharaan, terutama salinitas. Hal ini karena dalam osmoregulasi, proses regulasi terjadi melalui konsentrasi ion dan air di dalam tubuh dengan kondisi dalam lingkungan hidupnya.

Regulasi ion dan air pada ikan terjadi hipertonik, hipotonik atau isotonik tergantung pada perbedaan (lebih tinggi, lebih rendah atau sama) konsentrasi cairan tubuh dengan konsentrasi media. Perbedaan tersebut dapat dijadikan sebagai strategi dalam menangani komposisi

cairan ekstraselular dalam tubuh ikan. Untuk ikan-ikan potadrom yang bersifat hiperosmotik terhadap lingkungannya dalam proses osmoregulasi, air bergerak ke dalam tubuh dan ion-ion keluar ke lingkungan dengan cara difusi. Keseimbangan cairan tubuhnya dapat terjadi dengan cara meminum sedikit air atau bahkan tidak minum sama sekali. Kelebihan air dalam tubuhnya dapat dikurangi dengan membuangnya dalam bentuk urin. Untuk ikan-ikan oseanodrom yang bersifat hipoosmotik terhadap lingkungannya, air mengalir secara osmose dari dalam tubuhnya melalui ginjal, insang dan kulit ke lingkungan, sedangkan ion-ion masuk ke dalam tubuhnya secara difusi. Sedangkan untuk ikan-ikan eurihalin, memiliki kemampuan untuk dengan cepat menyeimbangkan tekanan osmotik dalam tubuhnya dengan media (isoosmotik), namun karana kondisi lingkungan perairan tidak selalu tetap, maka proses ormoregulasi seperti halnya ikan potadrom dan oseanodrom tetap terjadi.

Salinitas atau kadar garam adalah jumlah kandungan bahan padat dalam satu kilogram air laut, dalam hal mana seluruh karbonat telah diubah menjadi oksida, brom dan yodium yang telah disetarakan dengan klor dan bahan organik yang telah dioksidasi. Secara langsung, salinitas media akan mempengaruhi tekanan osmotik cairan tubuh ikan. Pengetahuan tentang metabolisme dapat juga dikaitkan dengan beberapa cabang ilmu lain, misalnya genetika, toksikologi dan keilmuan lain sehingga ikan yang dihasilkan dapat memiliki kualitas yang lebih unggul dari sebelumnya. Hal ini karena ikan menginvestasikan sebesar 25-50% dari total output metabolik dalam mengontrol komposisi cairan intra- dan ekstraselularnya.

Perubahan kadar salinitas mempengaruhi tekanan osmotik cairan tubuh ikan, sehingga ikan melakukan penyesuaian atau pengaturan kerja osmotik internalnya agar proses fisiologis di dalam tubuhnya

dapat bekerja secara normal kembali. Apabila salinitas semakin tinggi, ikan berupaya terus agar kondisi homeostasi dalam tubuhnya tercapai, hingga pada batas toleransi yang dimilikinya. Kerja osmotik tersebut memerlukan energi yang lebih tinggi pula. Hal tersebut juga berpengaruh kepada waktu kenyang (*satiation time*) dari ikan tersebut.

Rainbow trout seringkali digunakan sebagai model system untuk mempelajari rute dan mekanisme ekskresi dan osmoregulasi. Proses osmoregulasi juga menghasilkan produk buangan seperti feses dan amoniak, sehingga media pemeliharaan akan berwana keruh sebagai akibat banyaknya feses yang dikeluarkan ikan. Dampak dari ekskresi nitrogen tersebut juga akan mempengaruhi kehidupan ikan di dalamnya. Pada embrio rainbow trout, eksresi nitrogen dalam bentuk urea juga dapat dikaitkan dengan kandungan nitrogen di dalam yolk, karena rendahnya permeabilitas membrane sel telur terhadap ammonia.

Dampak buangan hasil metabolisme terhadap kelangsungan hidup benih ikan berdasarkan perubahan kualitas air secara fisik, dapat diduga bahwa perubahan tersebut juga berpengaruh terhadap kondisi ambient ikan, yang pada akhirnya berpengaruh terhadap pertahanan tubuhnya. Setelah melewati batas toleransi, maka ikan tersebut mengalami kematian. Mengingat tidak semua ikan mengalami kematian, maka dapat dipastikan bahwa daya toleransi pada populasi ikan dalam akuarium berbeda beda. Hal ini diduga karena perbedaan kondisi tubuh saat sebelum dimasukkan dalam media praktik termasuk intensitas parasit, tingkat stres dan lain-lain. Toksisitas nitrat dalam perairan tawar tergolong sangat rendah (96 h LC50s >1000 mg/L as N). Hal ini dapat dikaitkan dengan potensi munculnya masalah dalam proses osmoregulasi. Dalam sistem dengan konsentrasi

nitrat tinggi, reduksi nitrat terjadi secara anaerobic. Konsentrasi nitrat di perairan laut kurang dari 500 mg/L untuk sebagian besar ikan air laut, tetapi untuk ikan laut tropis seperti anemone (*Amphiprion ocellaris*) lebih sensitif, yakni hanya 20 mg/L.

Tingkat stress juga berbeda-beda yang dialami oleh benih tambakan dalam akuarium, sebagai akibat dari perbedaan perlakuan. Kajian yang lebih mendalam, dapat ditelusuri dengan kandungan kortisol. Banyak hal berkenaan dengan kortisol selama proses metabolisme, misalnya saat starvasi (puasa), osmoregulation, pengerahan simpanan energi untuk migrasi, proses pematangan gonad, pemijahan dan selama stress yang dialami oleh ikan itu sendiri.

Mekanisme ormoregulasi dapat pula ditelusuri di level sel. Sel-sel tersebut terlebih dahulu dihasilkan melalui mekanisme kultur sel. Penelitian terhadap sel Epitelioma papulosum cyprinid (EPC), turunan dari sel epidermis ikan mas dapat digunakan untuk mengetahui kelangsungan hidup dan pertumbuhan sel dalam media hiper- dan hipoosmotik. Dengan menggunakan sel kultur, dapat diamati pula ekspresi gen yang bias dihubungkan dengan kemampuan adaptasi dan stress osmotik.

Aktivitas osmoregulasi juga dipengaruhi oleh stadia ikan atau krustase dalam hubungannya dengan salinitas. Penelitian pada stadia juvenil dan dewasa krustase, regulasi ion Na/K-ATP menunjukkan hal yang berbeda-beda jika diamati dengan aktivitas enzim Na/K-ATPase. Pada Artemia salina dan A. franciscana aktivitas enzim tersebut meningkat sejalan dengan perkembangannya sejak setelah menetas hingga tahap mulai berenang bebas. Pada udang galah, hal tersebut juga berlangsung demikian. Namun pada stadia dewasa, aktivitas Na/K-ATPase pada udang galah tidak berbeda nyata setelah

diperlakukan pada salinitas yang berbeda. Penelitian tentang osmoregulasi pada tahap awal perkembangan ikan telah diamati pada level extrabranchial chloride cells. Sejumlah chloride cells yang terkandung dalam membran kantong kuning telur ikan mujair stadia embrio dan larva diadaptasikan dalam lingkungan air tawar (FW) dan air asin (SW). Sel klorid dalam SW seringkali berada dalam bentuk multicellular complexes bersama dengan sel adjacent accessory. Sedangkan dalam FW, chloride cells berada dalam kondisi individual. Tes klorid dan mikroanalisis X-ray menunjukkan bahwa klorid sel dalam SW dalam bentuknya yang kompleks, merupakan fungsi definitive dalam sekresi klorid. Namun demikian setelah sel tersebut dipindahkan ke lingkungan SW, bentuk sel tunggal tersebut juga mengalami perubahan menjadi kompleks sebagai respon terhadap lingkungan baru yang SW. Umumnya, sel klorid extrabranchial memerankan peranan penting dalam mengontrol osmoregulasi sampai tahap sel klorid insang bekerja secara fungsional.

Kemampuan adaptasi ikan, pernah diuji coba terhadap lingkungan bersalinitas rendah. Ikan dipindahkan dari lingkungan air laut (100% SW) ke media air tawar (FW), 25, 50, 75 dan 100% SW dan kemudian didata mortalitasnya selama 3 hari. Tidak ada kematian ikan dalam media baru bersalinitas 25–100% SW dan semua ikan mati dalam media 100% FW. Nampaknya, pada ikan yang dipindahkan ke media 25–100% SW, osmolalitas darahnya tetap dijaga pada kisaran fisiologis yang normal. Penelitian dilanjutkan dengan memindahkan ikan dari lingkungan 100% SW ke media FW, 1, 5, 10, 15 dan 25% SW. Semua ikan hidup dalam media 5–25% SW, tetapi mati dalam media FW dan 1% SW. Ikan yang hidup pada media 25% SW kemudian dipindahkan kembali ke media FW, 1 dan 5% SW dan menunjukkan bahwa osmolalitas darahnya menurun hingga mendekati level

sublethal, yakni sekitar 300 mOsm/kg·H2O. Nampaknya preacclimatisasi dalam 25% SW selama 7 hari tidak terlalu berpengaruh terhadap selang kemampuan survivalnya. Meskipun kelangsungan hidup dan osmolalitas darahnya sedikit meningkat dengan cara preacclimatisasi dalam 25% SW, osmolalitas darahnya mengalami penurunan setelah dipindahkan ke dalam media bersalinitas kurang dari 10% SW. Penemuan ini mengindikasikan bahwa fugu dapat beradaptasi pada lingkungan hypoosmotik karena adanya kemampuan hyperosmoregulatori, namun sel-sel klorid yang dimilikinya berkurang dalam mengabsorb ion-ion pada lingkungan hipoosmotik.

Perbedaan Osmoregulasi Pada Ikan Tawar dan ikan Laut dalam diuraikan sebagai berikut :

1) Osmoregulasi pada ikan air tawar



Gambar 45. Osmoregulasi pada ikan air tawar

Ikan air tawar cenderung untuk menyerap air dari lingkungannya dengan cara osmosis. Insang ikan air tawar secara aktif memasukkan garam dari lingkungan ke dalam tubuh. Ginjal akan memompa keluar kelebihan air sebagai air seni. Ginjal mempunyai glomeruli dalam jumlah banyak dengan diameter besar. Ini

dimaksudkan untuk lebih dapatmenahan garam-garam tubuh agar tidak keluar dan sekaligus memompa air senisebanyak-banyaknya. Ketika cairan dari badan malpighi memasuki tubuli ginjal, glukosaakan diserap kembali pada tubuli proximallis dan garam-garam diserap kembali padatubuli distal. Dinding tubuli ginjal bersifat impermiable (kedap air, tidak dapat ditembus)terhadap air.

Ikan mempertahankan keseimbangannya dengan tidak banyak minum air, kulitnya diliputi mucus, melakukan osmosis lewat insang, produksi urinnya encer, dan memompa garam melalui sel-sel khusus pada insang. Secara umum kulit ikan merupakan lapisan kedap, sehingga garam di dalam tubuhnya tidak mudah bocor kedalam air. Satu-satunya bagian ikan yang berinteraksi dengan air adalah insang.

2) Osmoregulasi pada ikan air Laut



Gambar 46. Osmoregulasi pada ikan air Laut

Urine yang dihasilkan mengandung konsentrasi air yang tinggi. Ikan air laut memiliki konsentrasi garam yang tinggi di dalam darahnya. Ikan air laut cenderung untuk kehilangan air di dalam sel-sel tubuhnya karena proses osmosis melalui kulit. Untuk itu, insang ikan air laut aktif mengeluarkan garam dari tubuhnya. Untuk mengatasi kehilangan air, ikan 'minum'air laut sebanyak-banyaknya. Dengan demikian berarti pula kandungan garam akan meningkat dalam cairan tubuh. Organ dalam tubuh ikan menyerap ion-ion garam seperti Na+, K+ dan Cl-, serta air masuk ke dalam darah dan selanjutnya disirkulasi. Kemudian insang ikan akan mengeluarkan kembali ion-ion tersebut dari darah ke lingkungan luar. Karena ikan laut dipaksa oleh kondisi osmotik untuk mempertahankan air, volume air seni lebih sedikit dibandingkan dengan ikan air tawar. Tubuli ginjal mampu berfungsi sebagai penahan air. Jumlah glomeruli ikan laut cenderung lebih sedikit dan bentuknya lebih kecil daripada ikan air tawar.

Tabel 9. Perbedaan sistem osmoregulasi ikan air tawar dan ikan laut

Ikan Air Tawar	Ikan air Laut
sedikit minum air	banyak minum air
pengeluaran urine banyak, encer	pengeluaran urine sedikit, pekat
mempertahankan garam dalam tubuh	aktif mengeluarkan garam dari tubuh

c. Organ Osmoregulasi

Pada organisme akuatik seperti ikan yang berperan dalam proses osmoregulasi agar proses fisiologis berjalan dengan normal.

1) Ginjal

Ginjal merupakan organ ekskresi yang mempunyai peranan didalam proses penyaringan (filtrasi). Ikan mempunyai 2 tife anatomi ginjal, yaitu pronephoros dan mesonephoros. Prenophoros terletak di depan mesonephoros. Pada sebagian besar ikan, pronephoros hanya berfungsi pada stadia awal, yaitu pada stadian embrio/larva, yang kemudian fungsinya digantikan oleh mesonephoros ketika ikan menjadi dewasa. Mesonephoros mempunyai unit-unit yang disebut nephron. Dimana nephron terdiri dari badan marpigi dan tubuli ginjal. Badan malpigi terdiri dari glimerulus dan kapsul bowman (semacam mangkuk yang terdiri dari dua dinding, tempat glomerulus). Glomerulus dan kapsul bowman berfungsi untuk menyaring hasil buangan metabolic yang terdapat dalam darah. Darah tidak akan tersaring dan akan masuk ke vena renalis. Protein akan tetap bertahan dalam darah, cairan ekskretori ini akan masuk ke tubuli ginjal. Beberapa mineral, glukosa dan cairan lainnya diserap kembali dan masuk ke dalam darah.

Hasil buangan metabolic yang tidak tersaring dan tidak terserap kembali akan masuk ke saluran pengumpul kemudian masuk ke kantung air seni dan kemudian di keluarkan lewat lubang pelepasan. Jumlah glomerulus ginjal ikan bertulang sejati (teleostei) air tawar lebih banyak dan diameternya juga lebih besar apabila di bandingkan dengan ikan bertulang sejati (teleostei) air laut. Kondisi ini dikaitkan dengan fungsinya untuk lebih dapat menahan garam-garam tubuh tidak keluar dan mengelurkn atau memompa air keluar cdengan mengeluarkan air seni sebanyak-banyaknya. Air seni yang dikeluarkan sangat encer.

Ikan bertulang sejati (teleostei) air laut hidup pada media atau lingkungan yang dihipertonok, dimana cairan tubuhnya bersifat hipoosmotik terhadap media atau lingkungan hidupnya. Oleh karena itu jumlah glomerulus pada ikan bertulang sejati (teleostei) air laut lebih sedikit dan diameternya juga lebih kecil bila dibandingkan dengan ikan bertulang sejati (teleotei) air tawar.

Menurut Lagler *et al*., (1997), diameter glomerulus pada ginjal ikan bertulang sejati (teleostei) air tawar berkisar antara 48-104 mikron dengan rata-rata 71 mikron, sedangkan pada ikan bertulang sejati (teleostei) air laut berkisar antara 27-94 mikron dengan rata-rata 48 mikron. Pada teleostei air tawar, ginjal terutama berfungsi sebagai penyimpan elektrolit yang tersaring. Urin diencerkan, seringkali bebas sodium dan khlorida, dan volumenya diseimbangkan dengan jumlah air yang memasuki tubuh dari lingkungan yang melingkupinya.

Pada ikan teleostei laut, ginjal memiliki fungsi yang khusus. Strutur nephron yang relative sederhana, tidak ada segmen distal seperti yang mencirikan banyak ikan-ikan curihaliln dan hamper sebagian besar ikan air tawar, dan sering tidak memiliki glomeruli atau dengan glomeruli yang terdegeneratif. Pada ikan elasmobranchi, secara perkiraan, ginjal dapat mengatur setiap jenis ion secara bebas; sodium,klorida,potassium, dan kalsium diserap kembali dari saringan. Sodium dan klorida biasa diserap kembali hamper pada laju yang ekuivalen dengan rasio urin atau plasma. Fungsi ginjal pada elasmobranchi air tawar secara keseluruhan, kecuali dengan adanya urea pada plasma dan urin, tidak jauh berbeda dari teleostei air tawar. Mengenai kemiripan yang mendasar dari fungsi ginjal elasmobranchi air tawar dan laut, keduanya hyperosmotik terhadap lingkunganya. Dikedua habitat, laju filtrasi glomerulus cukup tinggi, dan urea secara besar diserapkembali dari urin. Keduanya juga

menyerap kembali Na^+ dan Cl^- terhadap gradient konsentrasi,membentuk urine hipoosmotik darah.

2) Insang

Insang mempunyai peranan yang sangat penting sebagai organ yang mampu dilewati air maupun mineral, serta tempat dibuangnya/diekskresikannya sisa metabolisme. Pada insang terdapat sel khlorida yang melakukan transfort aktif kelebihan anion monovalen Na^+ dan Cl^- melawan gradient konsentrasi kembali ke media/lingkungan. Sumber utama energi untuk transfor aktif itu disediakan oleh mitokondria, yang berhubungan dengan Na^+ - K^+ - ATP yang terletak didaerah sepanjang basolaterial dan pada system mikrotubular sel khlorida yang secara ekstensif dan aktif melakukan transfor Na^+ keluar sel untuk bertukar dengan K ke dalam sel.

Permeabilitas insang yang sangat tinggi terhadap ion-ion monovalen Na^+ dan $Cl^{-,}$ sehingga secara pasif bergerak dari media/lingkungan air laut kedalam plasma. Insang juga ikut berperan dalam pengeliminiran bahan tertentu melalui transport aktif NH_3 (ammonia), sebagai sisa metabolisme dibuang melalui insang. Insang pada kelompok *Myxainoid* (Agnatha) tidak memiliki sel yang kaya dengan mitochondria pada epitel insangnya, sedangkan pada kelompok *Petromyzonid* terdapat enam tipe epitel yang berbeda secara sitologis; diklasifikasikan sebagai sel platelet, sel ekskresi chloride, sel basal, sel mucus, sel pengambil chloride, dan sel granural. Jumlah sel-sel ekskresi chlorida berkolerasi dengan konsentrasinya dan nilai osmotic plasma. Jumlah sel ekskresi khlorida tampak bertambah dengan meningkatnya salinitas.

Pada kelompok elasmobranchi, epithelilum insang memiliki sel-sel yang kaya mitochondria. Insang berpartisipasi, ephitelium insang memiliki sel-sel yang kaya mitokondria insang berpartisipasi didalam penurunan Na^+ dari ikan, tetapi kurang penting dibanding kontribusi oleh kelenjar

rectal dan ginjal. Pada kelompok teleostei, konstribusi insang dalam ekskresi garam dicirikan dengan adanya epitel ekskresi garam. Struktur garam, air dan bagian tengah filamen insang yang disusun oleh dua sampai delapan lapis sel. Ada empat tipe sel utama yang telah ditentukan, yaitu sel epitel permukaan tipe squamous, sel yang tidak terdeferensi, sel globlet mucus, dan sel-sel yang kaya mitokondria.

3) Kulit

Pada ikan teleostei air tawar yang bersifat hiperosmotik terhadap media/lingkungan hidupnya, masalah utama yang muncul adalah bagaimana memasukan air secara osmose. Peranan kulit dalam penerapan secara aktif pada ikan bertulang sejati (teleostei) air tawar menjadi kurang berarti bila dibandingkan dengan peranan insang. Hal ini dikarenakan insang mempunyai permukaan yang lebih besar/luas dan didukung dengan pemeabilitasnya yang tinggi, sedangkan kulit umumnya memiliki ketebalan yang lebih besar sehingga bersifat impermeable.

Umumnya kulit berperan dalam proses osmoregulasi pada jenis ikan-ikan tertentu, terutama pada stadia awal/larva, dimana epidermiskulit masih sangat tipis. Pada kelompok Agnatha, kulit memberikan peranan terhadap ekskresi garam-garam dengan keberadaan kelenjar lender (slime gland). Kelenjar lender memiliki kapasitas yang cukup tinggi dalam memproduksi lendir. Lapisan tipis dari lender yang diproduksi kulit secara berkelanjutan dapat membantu sebagai suatu lintasan untuk eliminasi kation-kation $Mg2^{+}$, $Ca2^{+}$, dan K^{+}. Hal ini ditunjukkan dengan tingginya konsentrasi kation-kation tersebut pada lendir. Kelenjar lender mewakili suatu mekanisme ekskresi garam yang sangat primitive. Disebutkan pula bahwa kelompok Agnatha memiliki konsentrasi sodium dan khlorida pada serum darah dan urinenya tidak berbeda dengan lingkungannya, diketahui bahwa air tidak diserap kembali dari saringan

glomerular. Hal ini mendukung konsep bahwa tidak ada mekanisme yang jelas dalam sel-sel saluran mesonephric yang dapat secara aktif menyerap kembali sodium, suatu kekurangan yang unik diantara hewa-hewan vertebrata.

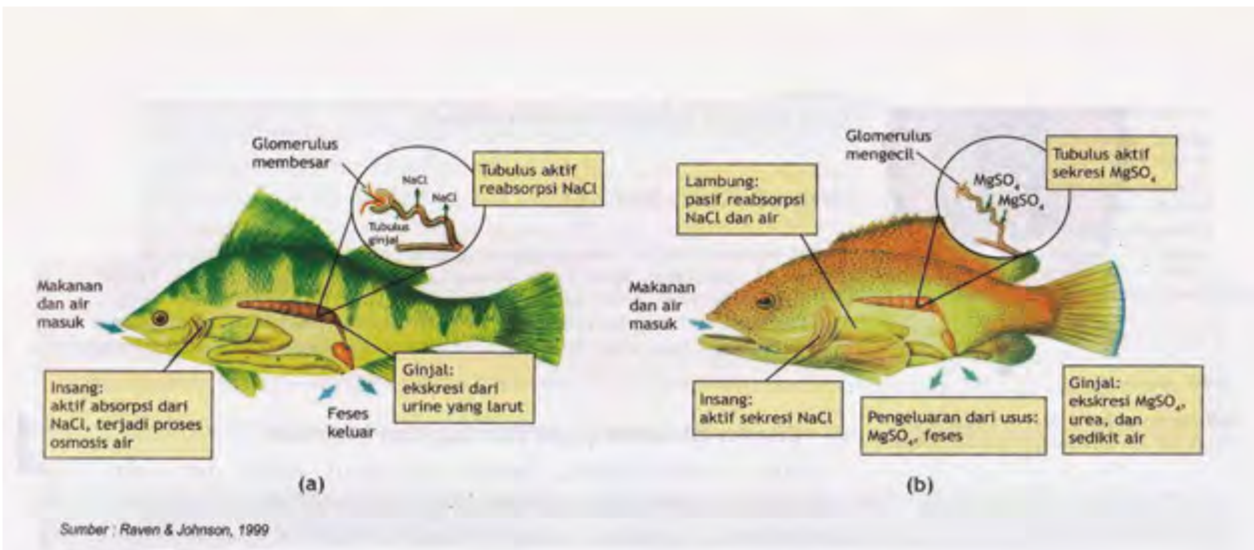
Kelompok Petromyzonid, permeabilitas kulit dari ikan L. *fluviatillis*, terhadap air dan elektrolit pada larutan hipoosmotik, kulit memiliki permeabel yang tinggi dibanding ikan-ikan teleostei. Diperkirakan bahwa waktu untuk melewatkan 1 ml air kedalam 1 cm^2 kulit, pada perbedaan tekanan 1 atm, 91 hari pada Lampre dan 5 tahun pada Anguilla.

4) Saluran Pencernaan

Saluran pencernaan yang berperan dalam osmoregulasi adalah bagian exopaghus dan usus. Pada ikan bertulang sejati (teleostei) air laut, karena media/lingkungannya bersifat hipertonik, maka tubuh ikan akan kekurangan air. Oleh karena itu ikan bertulang sejati air laut akan meminum air laut. Pada waktu meminum air laut ini ion-ion Na^+ dan Cl^- akan diserap darah. Air yang diminum/ditelan akan masuk kedalam usus telah mengalami penawaran, sehingga mudah diserap oleh usus.

Pada ikan yang diadaptasikan pada air laut terdapat peranan aktivitas Na-K-ATP untuk transfor natrium ke dalam melalui lumen usus lebih besar dari pada ikan yang diadaptasikan ke air tawar. Dinding saluran pencernaan memberikan sedikit resisten terhadap difusi garam-garam dan air kedalam kamar-kamar cairan ekstraseluller pada kelompok ikan peromyzonid. Ikan minum air laut untuk mengganti kehilangan air hasil dari gradient difusi medium eksternal. Mukosa saluran pencernaan mengalami degenerasi dan hal ini kemungkinan memberikan konstribusi terhadap ketidak mampuan hewan-hewan yang matang untuk mempertahankan hypoosmoregulasinya ketika memasuki perairan tawar.

Kelompok ikan Chondrihthyes, kelenjar rektalnya sangat mirip dengan organ-organ ekskresi garam dari burung dan reptile. Kelenjar rectal ini merupakan suatu kelenjar tubular gabungan dengan suatu saluran pusat sebagai lanjutan saluran yang muncul dari bagian ventral posterior glandural, yang mana lapisan glandural tengah menyusun suatu zona tubulus ekskresi.



Gambar 47. Osmoregulasi ikan

d. Mekanisme Osmoregulasi

Ikan bertulang sejati (teleostei), ikan air tawar maupun ikan air laut pada dasarnya mempunyai kemampuan untuk mempertahankan komposisi ion-ion dan osmolaritas cairan tubuhnya pada tingkat yang secara signifikan berbeda dari lingkungan eksternalnya. Proses ini merupakan suatu mekanisme dasar osmoregulasi.

Semua organisme pada umumnya mempunyai permasalahan yang sama dalam mempertahankan konsentrasi osmotic cairan yang tepat dengan gradient konsentrasi yang tidak berbeda jauh dengan konsentrasi osmotic media/lingkungan hidupnya. Namun kenyataannya setiap organisme mempunyai kemampuan yang berbeda-beda untuk menghadapi masalah

osmoregulasi sebagai respon/tanggapan terhadap perubahan osmotik lingkungan eksternalnya. Perubahan konsentrasi ini cenderung mengganggu kondisi internalnya yang mantap. Untuk menghadapi masalah ini hewan melakukan pengaturan tekanan osmotiknya dengan cara :

1) Mengurangi gradient osmotic antara cairan tubuh dengan lingkungannya.
2) Mengurangi permeabilitas air dan garam.
3) Melakukan pengambilan garam secara selektif.

Ikan bertulang sejati air laut, meskipun memiliki tekanan osmotik yang mendekati media/lingkungan air laut (isoosmetik) tetap masih memerlukan energi untuk pengaturan tekanan osmotik. Hal ini dikarenakan akan berbeda tekanan osmotic ion-ion lingkungan internal dan eksternal. Untuk mempertahankan suatu komponen ion-ion agar tetap optimal maka diperlukan transport aktif yang memerlukan pembelanjaan energi.

1) Peranan Membran

   Membran sel adalah permeabel untuk banyak substansi dalam salah satu arah. Untuk itu membrane memiliki struktur, komposisi kimia yang layak untuk transfor substansi yang terpilih. Perbedaan komposisi ionic diantara lingkungan eksternal dan internal dari sel selalu dipertahankan, meskipun sel direndam pada suatu medium yang memilih konsentrasi osmotic sama dengan air laut. Didalam sel ada semacam keseimbangan pada jumlah air,garam-garam, dan substansi anorganik. Masuknya substansi kedalam sitoplasma dan pendorong ke dalam medium eksternal diatur secara cermat.

   Untuk mudahnya, mekanisme yang terlibat didalam transfor substansi melintasi membrane dapat ditelusuri kedalam delapan tipe. Empat tipe merupakan mekanisme fisik, sering disebut sebagai transfor pasif dan tidak melibatkan mekanisme kimia, merupakan tenaga yang mengarahkan substansi melintasi membrane yang dipasok dari lingkungan sel. Empat mekanisme fisik itu adalah diffusi, osmosis,

kejadian yang menuju pada distribusi donnan dan pelarutan. Empat mekanisme lainnya melibatkan reaksi enzimatik yang rumit, meliputi proses-proses seperti pinocytosis atau pagocytosis, diffuse dipermudah transfor aktif, dan ekskresi selular.

Proses osmoregulasi tidak dapat dipisahkan dari peranan hormon, dalam hal ini hormone mengatur fungsi osmoregulasi hewan. mengklasifikasikan hormone yang berpengaruh terhadap osmoregulasi, terutama dari ikan-ikan teleostei, atas dua kategori; hormone yang memiliki aksi yang cepat dan aksi yang lambat. Kelompok hormone yang memiliki aksi cepat meliputi neurohipofisial, epinefrin,angiotensin, urotensin, dan atrial natrium peptida (ANP). Hormon-hormon tersebut berperan terhadap pompa ion maupun terhadap permeabilitas lingkungan dalam waktu singkat, dan terlibat dalam penyesuaian diri terhadap perubahan lingkungan yang cepat. Kelompok kedua adalah prolaktin, kortisol, dan hormon lain yang berpengaruh terhadap pengerakan ion dan air melalui epitel dan berhubungan dengan proses diferensiasi dan proliferasi sel.

Hormone prolaktin (PRL) berperan didalam pengendalikan keseimbangan hidromineral pada ikan-ikan teleostei air tawar; menurunkan permeabilitas membrane dan memiliki suatu aksi mempertahankan sodium pada osmoregulasi permukaan (hirano *dalam* Avella *et al*.,,1990). Hormone kortisol diketahui dapat merangsang peningkatan kepadatan sel chloride dan berhubungan erat dengan perubahan mekanisme adaptasi seperti meningkatkan rekresi Na^+ dan aktivitas Na^+-K^+-ATP insang. Meningkatkan pengambilan ion-ion dari dalam usus, meningkatkan aktivitas enzim Na^+-K^+-ATP insang. Hormone kortisol ini diketahui penting untuk mempertahankan homeostasi di air laut, terutama pada ikan anadromous seperti ikan salmon.

2) Konsep dasar tentang Osmoregulasi

Daya tahan hidup organisme dipengaruhi oleh keseimbangan osmotik antara cairan tubuh dengan air (media) lingkungan hidupnya. Pengaturan osmotic itu dilakukan melalui mekanisme osmoregulasi. Mekanisme ini dinyatakan sebagai pengaturan keseimbangan total konsentrasi elektrolityang terlarut dalam air media hidup organisme (Ferraris, 1987). Organisme air dapat dibagi menjadi dua kategori sehubungan dengan mekanisme fisiologisnya dalam menghadapi tekanan osmotic air media, yaitu :

a) Osmokonformer; adalah organisme air yang secara osmotic labil dan mengubah-ubah tekanan osmotic cairan tubuhnya untuk menyesuaikan dengan tekanan osmotic air media hidupnya.
b) Osmoregulator; adalah organisme air yang secara osmotic stabil (mantab), selalu berusaha mempertahankan cairan tubuhnya pada tekanan osmotic yang relative konstan, tidak perlu harus sama dengan tekanan osmotic air media hidupnya.

Organisme yang dipelihara di media buatan mempunyai masalah, karena tekanan osmotiknya air media hidupnya belum tentu seimbang dengan tekanan cairan osmotic dalam tubuhnya. Organisme dituntut untuk menjaga keseimbangan osmotic, dengan cara mempertahankan pengaturan tekanan osmotik cairan tubuhnya melalui mekanisme regulasi osmotic.

Regulasi adalah suatu homeostatisdari organisme untuk mengatur keseimbangan *milieu interiurnya* yaitu antara volume air dan konsentrasi elektrolit yang terlarut dalam air media hidupnya. Sehubungan dengan mekanisme regulasi, panikkar (1951) membedakan tiga pola regulasi yaitu:

a) Regulasi hipertonik atau hiperosmotik, yaitu pengaturan secara secara aktif konsentrasi tubuh hewan yang lebih tinggi dibandingkan konsentrasimedia.

b) Regulasi hipotonik atau hipoosmotik, yaitu pengaturan secara aktif konsentrasi cairan tubuh hewan yang lebih tinggi dibandingkan konsentrasi media.

c) Regulasi isotonic atau isoosmotik, yaitu bila kerja osmotic dilakukan pada keadaan konsentrasi cairan tubuh sama dengan konsentrasi air media.

Pada kondisi lingkungan hipertonik, cairan tubuh organisme bersifat hipoosmotik terhadap air media hidupnya. Konsentrasi elektrolit dan tekanan osmotic air media lebih besar daripada konsentrasi elektrolit dan tekanan osmotic cairan tubuh organisme. Karena itu, air dari cairan tubuh cendreung untuk bergerak keluar secara osmosis melalui insang dan kulit. Dalam kondisi yang demikian, organisme akan berusaha mempertahankan tekanan osmotik cairan tubuh agar tidak keluar dari selnya dan mencegah agar cairan urine tidak lebih pekat dari pada hemolimphnya. Untuk keperluan ituorganisme mengestrak air tawar dari air medianya, dengan cara minum air atau memasukan air lewat kulit saat moulting. Dalam system gastro inteslial air dan elekrolit itu diabsorpsi. Kelebihan elektrolit, terutama Na dan Cl yang diambil oleh darahakan dikeluarkan oleh insang melalui sel saltsecreting epithelium atau chloride secreting cell, sehingga diperoleh air bebas elektroit untuk pembentukan urine dan keseimbangan osmotic. Pengaturan imbangan elektroit tersebutdilakukan dengan mekanisme transport aktif melalui epitel insang.

Sebaliknya pada kondisi lingkungan yang hipotonik cairan tubuh organisme bersifat hiperosmotik terhadap air media. Konsentarasi elektroit dan tekanan osmotik media lebih rendah dari pada konsentrasi

elektrolit dan teekanan osmotic cairan tubuh. Dalam kondisi yang demikian, air dari media eksternal cenderung untuk menembus masuk kedalam bagian-bagia tubuh yang berlapis tipis, seperti insang dan kulit. Elektrolit cenderung untuk berdifusi keluar tubuh dan cairan internal akan terancam kekurangan elektrolit melalui ekskres. Untuk mengatasi hal tersebut, yaitu dengan cara: meningkatkan absorpsi garam (elektrolit) dari air media melalui insang (chloride cell); dan menghasilkan urine yang hipoosmotik melalui organ ekskresi (kompleks kelenjar sinus). Dalam hal ini alat ekskresi berfungsi sebagai pompa air, sehingga kelebihan air dapat dikeluarkan lewat urine yang hipoosmotik.

Pada mekanisme regulasi hipoosmotik melalui maupun regulaasi hiperosmotik, pertukaran elektrolit dilakukan dengan cara transport aktif melalui insang. Keseluruhan proses regulasi osmotic tersebut diduga kuat terkendali oleh system endokrin. Meskipun tidak seluruh mekanisme regulasi osmotic tersebut dikontrol oleh hormone secara langsung, secara umum diketahui bahwa system melaksanakan suatu peranan penting dalam mengontrol mekanisme osmotic cairan tubuh, terutama dalam menanggapi pengaruh osmotic lingkungan. Kendali hormoral ini dilakukan oleh organ X di dalam kompleks kelenjar sinus. Khusus pada stadia telur dan larva awal, dimana organ skretorinya belum berkembang atau belum berfungsi, peran endokrin tersebut digantikan oleh oleh ektodern dan seperangkat enzim (baik oleh enzim yang terikat pada membran atau organel maupun enzim yang terdapat di dalam sitoplasma).

Pada ikan air tawar di lingkungan yang berkadar garam kelangsungan hidupnya tergantung pada luas permukaan insang, tingkat konsumsi oksigen, toleransi dari jaringan dan kemampuan untuk mengatur konsentrasi ion dan tekanan osmotiknya. Ikan air tawar mempunyai

batas toleransi terhadap tekanan osmotiknya lingkungan hidupnya sebesar kurang lebih 6 atm atau setara dengan 5 ppt NaCl. Ikan air tawar mempunyai daya adaptasi terhadap kisaran salinitas tertentu, tetapi pada laju pertumbuhan menurun dan pada salinitas 15 per miil akan mati .

a) Osmoregulasi ikan teleostei sejati air tawar dan laut

   Ikan air tawar berada pada kondisi yang hipoosmetik, dimana cairan tubuhnya kira-kira 300 mOsm per liter (Bond, 1979). Pada kondisi seperti ini, ion-ion cenderung keluar tubuh secara difusi dan cairan internal akan kekurangan ion karena ekskresi, dan air dari media/lingkungan hidup akan mempunyai kecenderungan untuk menembus masuk kedalam bagian tubuh ikan yang mempunyai dinding tipis seperti permukaan insang, rongga mulut dan kulit. Kelebihan air ini akan diekskresikan sebagai urine yang sangat encer dan dapat mencapai jumlah sampai seperti tiga dari berat badan per hari. Untuk mengatasi hal tersebut, ikan bertulang sejati air tawar akan mempertahankan osmolaritas cairan tubuhnya dengan cara :

   (1) Meningkatkan absorbs ion (garam) dari media/lingkungan hidup melalui insang dan saluran pencernaan.
   (2) Meningkatkan peranan protein pada membran sel sebagai system pompa ion.
   (3) Meningkatkan energi untuk transfor aktif.

Pada ikan bertulang sejati air tawar mekanisme pertukaran ion terjadi pada sel kloride yang terdapat pada epithelium insang. Insang memainkan peranan penting dalam mekanisme ini, karena permukaannya yang luas dan lebih permeabel. Mekanisme pertukaran ion pada ikan bertulang sejati air tawar ini melayani fungsi yaitu :

(1) Memelihara ion Na^+ dan CT dalam tubuh ikan.
(2) Pertukaran ion Na+ dengan NH4+ terjadi dengan baik pada ikan yang merupakan bagian dari mekanisme produksi ammonia, untuk mengeliminir racun dari NH3.
(3) Pertukaran ion Na+ dengan H+ dan CT dengan HCO3- untuk mempertahankan keseimbangan asam basa.

Ikan teleostei air tawar mempunyai cairan yang bersifat hiperosmetik terhadap lingkungnnya, sehingga air cenderung masuk kedalam tubuh secara diffuse melalui permukaan tubuh yang semi permiabel. Bila hal ini tidak dikembalikan atau diimbangi, maka akan menyebabkan hilangnya garam-garam tubuh dan mengencernya cairan tubuh, sehingga cairan tubuh tidak dapat menyokong fungsi-fungsi fisiologik secara normal. Untuk mengatasi kecenderungan tersebut suatu keseimbangan harus diatur dengan mengeluarkan air tersebut dengan berbagai cara.

Ginjal akan memompakan keluar kelebihan air tersebut, sebagai air seni. ginjal mempunyai glomeruli dengan jumlah banyak dengan besar. Ini dimaksudkan untuk lebih dapat menahan garam-garam tubuh agar tidak keluar dan sekaligus memompa air seni sebanyak-banyaknya.

Ketika cairan dari badan malphigi memasuki tubuli ginjal, glukosa akan diserap kembali pada tubuli proximallis dan garam-garam diserap kembali pada tubuli distal. Dinding tubuh ginjal yang bersifat impermialbel terhadap air. Air seni yang dikeluarkan ikan sangat encer dan mengandung sejumlah kecil senyawa nitrogen seperti asam uric (uric acid), creatine, creatinin, dan amoniak. Meskipun air seni mengandung sedikit garam, keluarnya air yang melimpah menyebabkan jumlah kehilangan garam akan cukup berarti, garam-garam juga hilang karena difusi dari tubuh. Kehilangan garam ini diimbangi oleh garam-

garam yang terdapat pada makanan, dan penyerapan yang aktif melalui insang.

Pada ikan teleostei terdapat gelembung air seni (*urinary blader*) untuk menampung air seni. Disini dilakukan penyerapan kembali terhadap ion-ion. Dinding gelembung air semipermeabel terhadap air. Pada umumnya ikan-ikan bertulang sejati air tawar dapat menyerap air sepertiga dari berat tubuhnya per hari. Sisik-sisik dan perisai dari ikan dapat dapat menolong melambatkan pengambilan air, seperti yang dilakukan oleh perisai pada ikan lamprey yang telah punah. Ikan belut (*Anguilla*), adalah berlainan karena mempunyai kulit yang sangat tebal dan tidak dapat ditembus oleh air. Tebalnya kulit belit tersebut dapat mencapai berat kurang lebih 10% dari berat tubuh. Seorang peneliti telah menggambarkan bahwa 1 ml air dapat melalui 1 cm2 kulit belut pada tekanan 1 atm dalam masa 5 tahun. Bagi kulit lamprey, waktu yang dicapainya adalah 91 hari, bagi ikan-ikan bertulang, sebagian besar dari air yang diserap adalah melalui insang. Air tubuh bagi teleostei mencapai lebih kurang 70 hingga 75% dari berat badan ikan. Ikan sturgeon, paddlefish, dan bowfin pada umumnya kadar air yang sama dengan teleost air tawar. Ikan teleostei air tawar mempunyai intersel yang mengandung lebih kurang 60% (55 – 63%) dari jumlah berat badan lebih kurang 12 hingga 16% terdiri dari air luar sel, manakala plasma mengandung lebih kurang 2% dari air tubuh. Nilai-nilai yang dikemukakan parry adalah lebih tinggi yaitu 74 hingga 80% merupakan air intersel dan 2,5 hingga 3% cairan tubuh trdapat didalam plasma.

Mekanisme osmoregulasi pada ikan bertulang sejati air laut pada prinsipnya adalah mempertahankan keseimbangan dengan cara melakukan ekskresi secara selektif, terutama terhadap ion-ion monovalen, yaitu Na+dan CT. hal ini dikrenakan pada

media/lingkungan air laut sebagian besar ion-ion diperlukan oleh ikan berada dalam jumlah yang berlebihan.

Peranan insang dalam mekanisme osmoregulasi iakn bertulang sejati air laut ini sangat penting, karena insang mempunyai permeabilitas yang sangat tinggi terhadap ion-ion monovalen.Na+ dan Cl- bersama-sama dengan air akan diabsorbsi pada waktu air laut diminimum/ditelan sebagai pengganti air yang berdifusi ke media/lingkungan hidupnya.

Pembuangan/ekskresi ion-ion pada ikan bertulang sejati air laut sebagian besar dilakukan oleh insang melalui sel khlorida, sedangkan ginjal peranannya hanya sedikit membantu ekskresi ion. Hal ini disebabkan organ ginjal pada ikan bertulang sejati air laut tidak mempunyai kemampuan untuk mengeluarkan urine yang lebih pekat dibandingkan dengan cairan tubuh. Untuk memperkecil kehilangan air banyak ikan bertulang sejati air laut mempunyai ginjal dengan glomerulus yang sedikit jumlahnya. Sel khloride yang terdapat pada insang ikan bertulang sejati ikan air laut mampu melawan gradien konsentrasi untuk dikembalikan ke media/lingkungan hidupnya, untuk itu diperlukan energi.

Ikan teleostei air laut dipaksa oleh kondisi osmotic untuk mempertahankan air, volume air seni tereduksi sangat besar dibandingkan dengan air tawar. Tubuli ginjal tampaknya mampu berfungsi sebagai peranan air, seperti yang terlihat pada *family cottidae*, *filtrate glomeruler* mempunyai volume lima kali volume air seni yang akhirnya dikeluarkan dari tubuh. Umumnya glomeruli ikan teleost laut lebih sedikit dan bentuknya lebih kecil dari ikan air tawar.

Kira-kira 90% hasil buangan nitrogen yang dapat disingkirkan melalui insang, sebagian besar berupa ammonia, sejumlah kecil adalah urea.

Oleh karena itu, air cenderung untuk meresap ke luar tubuhnya sebanyak 30% hingga 60%. Kehilangan air ini disis kembalin dengan cara meminum air laut, dan sebagian diserap melalui lapisan kulit dan insang. Kadar air yang diminum berbeda-beda menurut keasinan air, semakin tinggi keasinan air, semakin tinggi kadar minumnya.

Spesies-spesies laut biasanya meminum air laut sebanyak 7 hingga 35% dari berat badannya per hari. 60 hingga 80% air yang diminum diserap masuk melalui gut dan bersama dengan air ini pulalah ion-ion monovalen Na+, K+ dan Cl- masuk kedalam tubuh., sebagian besar ion-ion dwivalen kekal didalam gut (usus); biasanya kurang dari 20% dibandingkan dengan air seni yang diminum yang dapat diserap ikan.

Tabel 10. Perbandingan antara ikan *teleostei* dan *elasmobranchi* , baik yang hidup di air tawar dan air laut

IKAN ELASMOBRANCHIIII	IKAN TELEOSTEI
Tulang dari rawan Tidak minum Kencing	Bertulang sejati Minum Tidak kencing (laut),Kencing (tawar)
<u>Tekanan osmotic (laut)</u> Bertulang sejati , Minum , Tidak kencing (laut,) Kencing (tawar)	<u>Tekanan osmotic (laut)</u> Lebih kecil, Sebagian besar disebabkan oleh garam, Pelepasan urea
<u>Tekanan osmotic (tawar)</u> Lebih besar, Sebagian besar disebabkan oleh urea dan TMAO, Penahan dan pelepasan urea	<u>Tekanan osmotic (tawar)</u> Lebih besar, Sebagian besar disebabkan oleh garam, Pelepasan urea

IKAN ELASMOBRANCHIIII	IKAN TELEOSTEI
Darah Mengandung 350 mmol/1 urea, hiperosmotik terhadap media **Insang** Tidak dapat ditembus air	**Darah** Lebih kecil, Hipoosmotik (air laut) **Insang** Dapat ditembus air

b) Homeostasi Larva

Pada saat menetas kulit larva ikan teleostei berdiri dari dua lapisan,yaitu epitel di bagian luar permukaan nya yang di lengkapi dengan serangkaian tonjolan. Pergerakan ion dan osmotic berlangsung melalui lapisan permukaan tersebut pada suatu kisaran luas yang tergantung pada salinitas air. Larva ikan yang baru menetas tidak memiliki filamen insang, ginjal hanya di wakili oleh suatu gelomerulus pronepric,dan saluran pencernaan belum terbuka. Mekanisme pengaturan sebagaimana pada ikan dewasa belum tersedia. Pada umumnya larva ikan jika di pindahkan ke medium yang level salinitas nya berbeda, maka konsentrasi cairan tubuhnya akan mengikuti perubahan tersebut sampai batas tertentu, kemudian di ikitu oleh system pengaturan yang akan memperbaiki ke level cairan tubuhnya mendekati nilai normal.

Kemampuan larva untuk bertahan dengan perubahan salinitas akan tergantung pada salah satu, atau kedua factor berikut. Pertama, kemampuan cairan tubuh berfungsi, minimal untuk jangka waktu yang pendek di dalam kisaran abnormal dari konsentrasi ionic dan osmotic internal, dan kedua, kemampuan larva untuk mengatur cairan tubuh dengan maksud untuk memperbaiki tingkat tekanan osmotic mendekati normal.

Telur-telur teleostei laut yang menetas di perairan tawar, memiliki kemampuan untuk mentoleransi pada salinitas yang tinggi mulai segera setelah kuning telur diserap. Peningkatan kemampuan untuk bertahan hidup menghadapi migrasinya kelaut terjadi pada umur 6 bulan dari fase juvenilnya. Larva ikan oncorhynclus gorbucha yang masih memiliki kuning telur menunjukan preferensi air tawar, tetapi setelah kuning telur diserap berubah menjadi preferensi air laut, ini menunjukan bahwa banyak spesies ikan memiliki kemampuan untuk pengaturan dan bertahan hidup pada wilayah yang tidak terekploitasi dialam.

Ketahanan hidup terhadap kondisi salinitas berdasarkan kombinasi toleransi jaringan dan pengaturan. ikan Oncorttschawytscha dapat bertahan lebih lama di air laut daripada O.kisutch dan O.nerka, oleh karena kelebihan dari tolen ringan yang tinggi, tetapi O gorbuscha dan O.keta bertahan lama karena kemampuannya untuk mengatur konsentrasi dan chlorida yang lebih tinggi, serta tekanan osmotic dan.

Pada kelompok teleostei, konsentrasi total ion-ion tambah mencapai 232% dari konsentrasi ion air laut. Ion Na+ menyusun dari kation-kation plasma, dan K+ kurang dari 1%, semen mencapai 87% dari anion. Hanya ion-ion HCO3- dan fosfat terkonsentrasi di dalam plasma darahnya berada di atas konsentrasinya di air laut, sementara Na+ plasma dan Mg2+ masing- masing 38% dan 4% dari konsentrasinya di air laut. Berdasarkan tekanan osmotic secara umum, ikan teleostei air tawar memiliki cairan tubuh dengan osmolalitas berkisar antara 260-330 mOsm/kg-1, ikan teleostei laut sekitar 400 mOsm/kg-1, dan ikan elasmobranchii laut mencapai 1000 $mOSm/kg^{-1}$

c) Pembelanjaan Energi Untuk Osmoregulasi

Energi yang dibutuhkan untuk proses osmoregulasi pada kondisi isoosmotik adalah nol sedangkan ikan yang dipelihara pada media yang tingkat salinitasnya mendekati konsentrasi ion darahnya, maka energi untuk proses osmoregulasi akan cukup kecil, dan akan lebih banyak digunakan untuk proses pertumbuhan.

Salinitas merupakan salah satu factor fisiologis yang mempengaruhi pemanfaatan pakan dan pertumbuhan ikana. Anakan ikan Cyprinodon macularis yang habitatnya di air laut menunjukan pemanfaatan pakan yang berbeda pada salinitas yang berbeda. Anakan ikan tersebut menunjukan pemanfaatan maksimum pada salinitas 35%0. Pehitungan teoritis biaya energetic osmoregulasi pada kelompok ikan salmoid di usulkan dapat di abaikan, yaitu dibawah 1% dari laju metabolisme istirahat. Sebaliknya dari pengukuran konsumsi oksigen pada ikan trouth (Salmogaidnery) menunjukan adanya penurunan laju metabolisme standar (20-80%) pada medium dan bersalinitas isoosmotis relative terhadap medium air tawar dan laut.

Laju konsumsi oksigen telah digunakan sebagai ukuran metabolisme, dan karena tingkat salinitas berpengaruh terhadap tingkat konsumsi oksigen, maka dapat diperhitungkan energi yang digunakan untuk proses osmoregulasi. Pada pengamatan konsumsi oksigen larva jambal siam, mendapatkan bahwa pada kondisi metabolisme aktif, tingkat Konsusmsi oksigen minimum dicapai pada salinitas 3%0 dan tingkat konsumsi oksigen metabolisme standar pada salinitas 3%0 menunjukkan tingkat minimal. Tingkat konsumsi oksigen metabolisme aktif menunjukkan aktivitas maksimum pemanfaatan pakan untuk mendukung pertumbuhan. Sedangkan konsumsi oksigen metabolisme standar menunjukkan penggunaan energi untuk proses osmoregulasi

yang minimum pada salinitas tersebut. Diduga bahwa salinitas 3%0 merupakan medium soosmetik untuk larva nambal siam.

Tingkat penggunaan energi untuk proses osmotik pada salinitas 3%0 yang cukup kecil didukung dengan laju pertumbuhan yang paling besar dan tingkat retisi protein, karbohidrat, dan lemak tertinggi. Pada kondisi medium isoosmetrik juga memungkinkan larva mampu memaksimalkan konsumsi pakan dan mengifisiensikan pemanfaatan pakan. Pengaruh salinitas media pemeliharaan terhadap vitalitas larva udang windu (penaeus monodon) menunjukkan tingkat isoosmetik cairan tubuh udang windu berada pada rentang 32,19-32,73 %0, dan pada media yang memiliki salinitas mendekati rentang isoosmetik tersebut kelangsungan hidup, laju konsumsi, efesiensi pemanfaatan pakan, serta pertumbuhan menujukkan tingkat yang optimal. Salinitas medium untuk mendapatkan kelangsungan hidup larva maksimal yaitu pada salinitas 31,42%0, sedangkan untuk pertumbuhan, laju konsumsi dan efisiensi pakan optimal pada media dengan salinitas 32%0. Oleh karena itu dianjurkan penggunaan media 30,55 – 31,80%0 untuk pemeliharaan larva udang windu.

3. **Tugas**

Mengeksplorasi/Eksperimen 9

Judul	:	Sistem Osmoregulasi
Tujuan	:	Setelah menyelesaikan lembar kerja ini peserta didik mampu memahami respon biota air terhadap variabel salinitas

Alat dan bahan :

1. Modul
2. Buku
3. Internet
4. Sampel hewan uji (ikan, krustacea, kerang)
5. Aerator
6. Timbangan digital
7. Garam/ air laut
8. Stopwatch
9. Akuarium/wadah pemeliharaan
10. Aerasi
11. Alat tulis menulis

Langkah kerja :

1. Diskusikan bersama teman kelompok tentang sistem sistem adaptasi dan osmoregulasi berbagai biota air untuk mendapatkan pemahaman yang sama !
2. Lakukan penyiapan 5 buah wadah perlakuan !
3. Lakukan persiapan garam atau air laut untuk masing-masing perlakuan !
4. Lakukan penimbangan bobot awal hewan uji !
5. Lakukan pengisian wadah perlakuan dengan berbagai tingkat salinitas yang berbeda yakni kontrol (salinitas awal), 10 ppt, 20 ppt, 30 ppt dan gradual (dari 0-3-6-9-12-15 ppt setiap 10 menit). Bila hewan uji ikan laut, perlakuan sebaliknya dari salinitas tinggi ke salinitas rendah menggunakan media air tawar
6. Berikan aerasi pada masing-masing wadah perlakuan dan masukkan 5 – 10 ekor hewan uji pada masing-masing wadah perlakuan !
7. Lakukan pengamatan tingkah laku hewan uji tiap 10, 30, 60 dan seterusnya ! selanjutnya catatlah jumlah hewan yang mati selama pengamatan !
8. Lakukan penimbangan bobot akhir hewan uji tiap akuarium !

9. Lakukan analisis terhadap hasil pengamatan respon biota air pada variabel salinitas terutama tentang ;
   - Lama bertahan hewan uji pada media perlakuan salinitas yang berbeda
   - Tingkah laku hewan uji selama percobaan
   - Survival rate hewan uji selama perlakuan
   - Salinitas yang mematikan (Lethal)
10. Buatlah laporan hasil pengamatan respon biota air pada variabel salinitas !

Mengasosiasikan/ Mengolah Informasi

Kesimpulan hasil eksplorasi **:**

1. Proses dan respon adaptasi biota air :

   ……………………………………………………………………………………………

   ……………………………………………………………………………………………

   ……………………

2. Sistem osmoregulasi pada biota air :

   ……………………………………………………………………………………………
   ……………………………………………………………………………………………
   ……………………

3. Organ yang berperan dalam osmoregulasi biota air :

   ……………………………………………………………………………………………
   ……………………………………………………………………………………………
   ……………………

4. Kemampuan homeostasi biota air

   ……………………………………………………………………………………………
   ……………………………………………………………………………………………
   ……………………….

Guru Mata Pelajaran Kelompok ….

(…………………………………….) (………………………………………..)

Mengkomunikasikan

Presentasikan hasil kerja kelompok Anda di depan teman-teman. Apakah ada tanggapan / masukan / sanggahan dari hasil kerja kelompok Anda.



4. Tes Formatif

1) Dalam beradaptasi, hewan memiliki toleransi dan resistensi pada kisaran ekstrim dari variabel lingkungan yang menyebabkan kematian bagi organisme disebut ….
    a. Zona Lethal.
    b. Zona Organisme.
    c. Zona toleransi.
    d. Zona adaptasi.

2) Yang dimaksud aklimasi berlawanan adalah…
    a. laju fungsi fisiologis meningkat ketika intensitas rangsangan faktor lingkungan menurun dan sebaliknya.
    b. laju fungsi fisiologis tidak dipengaruhi perubahan faktor lingkungan.
    c. laju fungsi fisiologis bervariasi langsung dengan faktor lingkungan.
    d. laju fungsi fisiologis menurun dengan menurunnya intensitas perubahan lingkungan dan meningkat dengan meningkatnya intensitas.

3) Dua macam kompensasi fisiologis untuk dapat berhasil hidup dalam lingkungan yang berubah-ubah yaitu …
    a. Poikilothermic dan Poikiloosmotik.
    b. Hiperosmotik dan ammonotelik.
    c. Conformer dan osmotic.
    d. Homeostasi dan osmoregulasi.

4) Strategi dalam menangani komposisi cairan ekstraselular dalam tubuh ikan <u>*kecuali*</u> yakni ...
   a. Keseimbangan cairan tubuhnya dapat terjadi dengan cara meminum sedikit air atau bahkan tidak minum sama sekali.
   b. Kelebihan air dalam tubuhnya dapat dikurangi dengan membuangnya dalam bentuk urin.
   c. air mengalir secara osmose dari dalam tubuhnya melalui ginjal, insang dan kulit ke lingkungan, sedangkan ion-ion masuk ke dalam tubuhnya secara difusi.
   d. Apabila salinitas semakin tinggi, ikan berupaya terus agar kondisi homeostasi dalam tubuhnya tercapai.

5) Proses osmoregulasi diperlukan karena ...
   a. Untuk mencegah kelebihan air atau kekurangan air di dalam tubuh ikan.
   b. Agar proses-proses fisiologis berjalan normal sesuai perubahan lingkungan.
   c. Adanya persamaan konsentrasi cairan tubuh dengan lingkungan disekitarnya.
   d. Adanya perbedaan konsentrasi cairan tubuh dengan lingkungan disekitarnya.

6) Sehubungan dengan mekanisme regulasi, maka ikan dapat dibedakan menjadi tiga pola regulasi, yaitu …
   a. Regulasi hipertonik atau hiperosmotik.
   b. Regulasi hipotonik atau hipoosmotik.
   c. Regulasi isotonik atau isoosmotik.
   d. Regulasi osmolaritas atau osmotic.

7) Respon/tanggapan terhadap perubahan osmotik lingkungan eksternalnya, hewan melakukan pengaturan tekanan osmotiknya dengan cara ….
   a. Melakukan pengambilan garam secara selektif.
   b. Menambah gradient osmotic antara cairan tubuh dengan lingkungannya.
   c. Menambah permeabilitas air dan garam.
   d. Mengatur pengambilan air tawar dan air laut serentak.

8) Konsep dasar tentang Osmoregulasi adalah…
   a. Daya tahan hidup organisme dipengaruhi oleh keseimbangan osmotik antara cairan tubuh dengan air (media) lingkungan hidupnya
   b. Pengaturan osmotic itu dilakukan tidak melalui mekanisme osmoregulasi.
   c. Pengaturan keseimbangan total konsentrasi ion yang terlarut dalam air media hidup organisme.
   d. Merangsang peningkatan kepadatan sel chloride dan berhubungan erat dengan perubahan mekanisme adaptasi.

9) Organisme air yang secara osmotic labil dan mengubah-ubah tekanan osmotic cairan tubuhnya untuk menyesuaikan dengan tekanan osmotic air media hidupnya disebut ….
   a. Osmoregulator
   b. Oksidasi
   c. Osmosis
   d. Osmokonformer

10) Ikan teleostei air tawar mempunyai cairan yang bersifat hiperosmetik terhadap lingkungnnya, sehingga air cenderung masuk kedalam tubuh secara diffuse melalui permukaan tubuh yang semi permiabel. Bila hal ini tidak dikembalikan atau diimbangi, maka akan menyebabkan ....

a. cairan dari badan malphigi memasuki tubuli ginjal, glukosa akan diserap kembali pada tubuli proximallis dan garam-garam diserap kembali pada tubuli distal.

b. hilangnya garam-garam tubuh dan mengencernya cairan tubuh, sehingga cairan tubuh tidak dapat menyokong fungsi-fungsi fisiologik secara normal.

c. air seni mengandung sedikit garam, keluarnya air yang melimpah menyebabkan jumlah kehilangan garam akan cukup berarti, garam-garam juga hilang karena difusi dari tubuh.

d. mempertahankan keseimbangan dengan cara melakukan ekskresi secara selektif, terutama terhadap ion-ion monovalen, yaitu Na^+dan CT.

Kegiatan Belajar 7. Sistem ekskresi

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini, peserta didik dapat :

a. Memahami konsep ekskresi biota air.
b. Mengelompokkan hewan berdasarkan ekskresi jenis nitrogen.
c. Menentukan organ-organ yang terlihat dalam ekskresi nitrogen.
d. Memahami mekanisme ekskresi biota air.

2. Uraian Materi

Ekskresi adalah suatu proses pengeliminiran atau pembuangan sisa hasi metabolisme keluar tubuh. Bahan buangan terbentuk sebagai hasil dari proses metabolisme, dalam hal ini adalah katabolisme bahan-bahan yang berpotensi energi atau bahan-bahan yang mengandung energi seperti protein, karbohidrat dan lemak yang dioksidasi untuk menghasilkan energi bebas.

Dalam proses oksidasi nutrien, disamping dihasilkan energi bebas juga dihasilkan bahan sisa. Proses penghancuran protein secara sempurna akan menghasilkan senyawa buangan bernitrogen seperti ammonia (NH_3), ureum {$CO (NH_2)_2$},asam urik dan lain-lain. Proses penghancuran karbohidrat dan lemak secara sempurna akan menghasilkan sisa buangan berupa air dan karbondioksida. Pada kenyataannya ketiga kelompok sisa metabolisme tersebut (N, CO_2 dan H_2O) tidak semuanya dieleminir dari tubuh tetapi ada sebagian yang dimanfaatkan oleh tubuh pada jenis tertentu.

Ekskresi nitrogen pada ikan sering kali diperbincangkan, hal ini disebabkan oleh karena nitrogen dalam ammonia masih mengandung energi, sedangkan bahan tersebut sebenarnya juga merupakan racun (*toxic*). Peranan ekskresi nitrogen dalam kehidupan ikan diantaranya adalah sebagai pengatur keseimbangan dalam tubuh terhadap kondisi lingkungan, terutama yang terpenting adalah dalam hal proses pengaturan tekanan osmotik

keseimbangan terhadap ammonia dalam air. Dalam aplikasi akuakulur, ekskresi nitrogen dapat digunakan untuk mengetahui mutu pakan dan efisien jenis nutrisi penyusun pakan yang diberikan tersebut, hal ini terutama dikaitkan dengan besarnya energi ekskresi nitrogen yang dihasilkan.

Mengama

1) Bentuklah kelompok peserta didik dalam jumlah 4 – 5 orang
2) Lakukan kegiatan mencari informasi dari buku atau bahan ajar, internet, video dan lain-lain sehingga anda bisa memahami sistem ekskresi biota air.
3) Adapun informasi yang harus anda cari adalah
   a. Konsep ekskresi biota air
   b. Pengelompokkan hewan berdasarkan ekskresi jenis nitrogen
   c. Organ-organ yang terlihat dalam ekskresi nitrogen
   d. Mekanisme ekskresi biota air

Setelah anda mendapatkan informasi, lakukan diskusi antar kelompok dengan cara setiap kelompok bertukar informasi atau bertanya tentang sistem ekskresi biota air !



Menanya

1) Bandingkan informasi yang anda peroleh dengan informasi kelompok lain, dapat dimulai dengan proses pertanyaan sebagai berikut :
   a. Bagaimana konsep ekskresi biota air
   b. Bagaimana mengelompokkan hewan berdasarkan ekskresi jenis nitrogen
   c. Organ-organ yang berperan dalam ekskresi nitrogen
   d. Bagaimana mekanisme ekskresi biota air
2) Adakah perbedaan informasi dari yang anda peroleh ? Jika ada, sebutkan !
3) Tuliskan kesimpulan anda tentang sistem ekskresi biota air dan diserahkan pada guru !

a. Konsep ekskresi

Pengeluaran bahan-bahan sisa buangan dari dalam jaringan tubuh keluar tubuh dinamakan *ekskresi*. Sebagai hasil dari aktivitas metabolisme tertentu akan terbentuk produk buangan. Produk sisa yang utama adalah karbondioksida, air dan komponen nitrogen. Bahan-bahan sisa ini terutama komponen nitrogen jika tetap berada pada tubuh dapat memberikan pengaruh yang membahayakan. Oleh karena itu pengeluaran bahan-bahan sisa tersebut menjadi mutlak diperlukan.

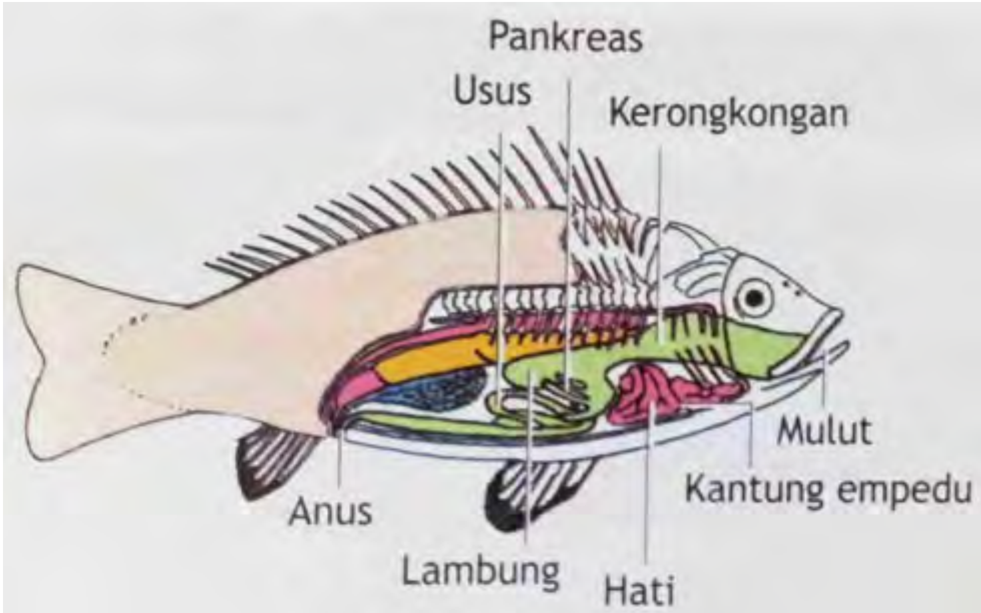
Total nitrogen yang diekskresikan oleh ikan hanyalah merupakan fraksi yang kecil yang ada pada urine. Pada mulanya para peneliti memperlihatkan bahwa urine pada ikan air tawar dan ikan air laut keduanya baik dalam keadaan puasa maupun makan mempunyai nilai nitrogen yang sangat rendah. Walaupun demikian kandungan urine nitrogen pada ikan air tawar lebih rendah daripada ikan air laut. Mereka juga menemukan bahwa nitrogen yang dikeluarkan oleh ikan adalah dalam bentuk ammonia dan urea yang diekskresikan oleh insang ginjal.

Ekskresi nitrogen bagian kepala (branchial) yang dikeluarkan melalui insang adalah 6 – 10 kali lebih banyak dari nitrogen yang diekskresikan oleh ginjal. Hanya kira-kira 3% total nitrogen pada ikan rainbow trout diekskresikan melewati ginjal. Ekskresi branchial juga terdiri dari beberapa bahan lain yang dapat terdifusi dengan tinggi seperti urea dan amine, sedangkan derivat amine oksida yang produk akhirnya nitrogen terdifusi dengan tingkat rendah. Adapun *creatin*, *creatinine*, dan asam uric, diekskresikan oleh ginjal.

Ammonia adalah produk akhir yang utama dari metabolisme nitrogen pada semua hewan air, baik hewan air tawar maupun air laut dari protozoa sampai organisme yang paling kompleks. Bentuk utama dari komponen nitrogen diekskresikan oleh organisme air adalah ammonia. Urea, asam

amino, creatine, creatinine, asam uric, dan purine-base-ammonia yang merupakan komponen paling sedikit dan paling sederhana. Pada ekstermnya komponen ekskresi nitrogen tersebut mudah larut dalam air.

Ikan air tawar mengeluarkan lebih banyak nitrogen dalam bentuk ammonia daripada urea, dan proporsi terbanyak didifusikan keluar tubuh melalui insang, sedangkan jumlah nitrogen yang dikeluarkan dalam bentuk urine adalah sangat kecil. Produk utama yang di ekskresikan dalam urine adalah urea, creatine, creatinine, ammonia, asam uric, asam amino, dan trimethylamino oksida (TMAO). TMAO {(CH3)3N=O} berhubungan erat dengan urea yang mempunyai daya racun yang rendah, dan mempunyai kepentingan yang khusus pada ikan air laut. TMAO terdapat pada jaringan tubuh. Konsentrasi TMAO ini antara 9 – 134 N/100 g pada ikan air laut yang berbeda-beda. TMAO ini juga termasuk suatu jaringan yang dikehendeki oleh urine. Pada ikan air tawar kandungan TMAO pada jaringan mendekati tidak terdeteksi, tetapi juga terdapat pada urine, dan konsentrasi jauh lebih rendah dari pada ikan air laut. TMAO adalah produk dari oksidasi methylation daripada ammino. Ini memegang peranan utama, sama halnya urea pada ikan elasmobranchi, digunakan untuk pengaturan keseimbangan osmotik. TMAO ini khususnya penting bagi ikan air laut (teleostei) yang hidup pada media hypertonik, walaupun tekanan osmotik oleh TMAO hanya seperempat daripada urea equivalen dengan konsentrasi molekuler.



Gambar 48. Alat ekskresi ikan

Ikan air tawar banyak mengeluarkan nitrogen melalui urine (kencing), tetapi sebaiknya ikan air laut lebih banyak minum (lebih dari 15% dari berat badan perhari), hal ini tujuannya adalah untuk pengaturan keseimbangan tekanan cairan tubuh terhadap media air dilingkungannya (osmoregulasi). Namun demikian, ikan clasmobrachi tidak banyak minum, hal ini karena kandungan nitrogen dalam darah dipertahankan tetap tinggi sesuai dengan kondisi lingkungan (kadar garam dan ammonia tinggi), sehingga tidak heran jika sebagian besar ikan elasmobranchi ini dagingnya barbau ammonia.

b. Pengelompokan Hewan Berdasarkan Ekskresi Jenis Nitrogen

Pengelompokan hewan berdasarkan jenis senyawa nitrogen yang ekskresikan berdasarkan Rastogi (1997) adalah sebagai berikut :

1) Hewan ammonotelik, yaitu hewan yang mengekskresikan bahan buangan Nitrogen yang utama berupa ammonia. Ikan air tawar mengeluarkan ammonia lebih banyak daripada urea yang sebagian besar dikeluarkan lewat insang.

2) Hewan ureotelik, yaitu hewan yang mengluarkan bahan buangan nitrogen yang dalam bentuk urea. Ikan elasmobranchi banyak mengelluarkan urea untuk keseimbangan tekanan dalam cairan tubuhnya.
3) Hewan urecotelik, yaitu hewan yang mengeluarkan bahan buangan nitrogen yang terbesar berupa asam uric. Contoh hewan ini adalah ular, kadal ,burung, dan insekta. Pada Rhodnius urin kering mengandung kurang lebih 64 – 84% asam uric (Rastogi, 1977).
4) Hewan Guanotelic, yaitu hewan yang mengekskresikan komponen nitrogen yang utama membentuk guanin, misalnya laba-laba.

Komponen nitrogen yang diekskresikan oleh beberapa spesies ikan misalnya: ikan cyprinus mengeluarkan komponen (dalam %) berupa NH_3 sebanyak 60, urea sebanyak 6,2, asam uric sebanyak 0,2, ammino sebanyak 6,5 dan yang lainnya 22. Sedangkan ikan torpedo NH_3 sebanyak 1,7, urea 85,3, dan ammino 1,7.

c. Organ-organ yang Terlihat dalam Ekskresi Nitrogen

Organ tubuh yang berperan dalam proses pengeliminir sisa metabolisme pada hewan akuatik diantaranya adalah insang, ginjal, kulit :

1) Insang

Sel utama yang berperan penting dalam pengliminiran ammonia dan garam mineral yang berlebih adalah sel chlor (*Chlorid cell*). Sel tersebut ditandai dengan permukaannya yang bermikropili dan aktivitas ATP – asp yang tinggi. Sel-sel tersebut menyebar pada bagian lamella primer pada insang. Sel cholor ditemukan lebih banyak jumlahnya di insang ikan air laut daripada ikan air tawar. Pada spesies ikan anadromous seperti ikan salmon, sel-sel cholornya bertambah dan berkurang jumlahnya pada smoltifikasinya dan selama berenang untuk mrmijah dari air laut ke air tawar (Stepherd dan bromage, 1992). Sel yang

bertanggung jawab pada pembuangan CO2 adalah sel-sel pada lamella sekunder pada epitelium insang.

Prinsip ekresi nitrogen melalui insang adalah sama halnya dengan proses pertukaran atau karbondioksida dalam sistem pernapasan. Proses pertukaran gas terjadi secara diffusi, pada proses inti terjadi suatu aliran molekul gas dari lingkungan yang konsentrasi gasnya tinggi ke lingkungan yang konsentrasi gasnya lebih rendah. Nitrogen dalam bentuk amonia dari sisa pembakaran metabolisme dikeluarkan dan di bawa oleh hemoglobin darah pada saat nitrogen berada di insang proses difusi berjalan jika kadar amonia diperairan lebih rendah daripada yang ada pada hemoglobin darah. Seperti telah disinggung diatas bahwa proses ekskresi ini terjadi di lamella primer insang, pada sel chlor suatu sel membran yang tipis dan lembab. Nitrigen yang dikeluarkan dari tubuh ikan teleost melewati insang sebanyak 60 – 90 % NH3 kelingkungan perairan. Eksresi amonia pada ikan mempunyai bebrapa keuntungan diatas ekresi urea dan asam uric. Ekresi amonia komponen yang paling sederhana di antara produk-produk eksresi dan mempunyai molekul yang paling kecil. Demikian juga amonia sangat mudah masuk melewati membran insang dan energi yang di belanjakan untuk ekresi amonia tersebut adalah minimal. Amonia adalah larut dalam air dan 99%nya mengalami disosiasi ionik pada pH air dan pH darah yang hampir netral.

2) Ginjal

ginjal ikan teleost terletak pada bagian atas peritonium (*tetroperitonium*), sejajar dan di bawah tulang belakang. Biasanya berwarna coklat muda dan coklat tua. Ginjal ikan air tawar biasanya berkembang dengan baik, sehubungan dengan keadaan lingkungan yang bersifat hipotonik terhadap cairan tubuh ikan tersebut. Di pihak lain ginjal ikan air laut kurang berkembang, sehubungan

dengan keadaan lingkungan air laut yang bersifat hiportonik terhadap cairan tubuhnya.

Pada ikan, ginjal merupakan suatu organ yang berperan dalam filtrasi (penyaringan) beberapa bahan buangan sisa metabolisme. Bahan-bahan yang di buang lewat ginjal, antara lain ureum { $CONH_2)_2$}, air dan garam mineral sel yang bertanggung jawabpada filtrasi di ginjal adalah sel glomerulus. Bagian sel glomerulus yang berperan dalam proses filtrasi ini adalah kapsul bowman. Sedangkan bagian lain yaang berperan dalam proses reapsorbsi ion adalah tubuli ginjal. Yunit terkecil dari ginjal adalah nefron yang terdiri dari badan malphigi dan tubuli ginjal. Badan malphigi berfungsi untuk menyaring hasil buangan metabolik yang terdapat dalam darah. Darah tidak ikut tersaring dan masuk kedalam pembuluh darah balik ginjal (*vena renalis*). Protein tertahan dalam darah. Cairan ekskresi ini kemudian masuk ke tubuli ginjal. Glikosa dan beberapa mineral dan cairan lainnya di serap kembali ke dalam darah. Beberapa hormon (dari hipothalamus, internal, tiroid, badan suprarenal, gonad) ikut berperan dalam penyaringan dan penyerapan kembali. Hasil buangan metabolik yang tidak tersaring dan tidak terserap kembali akan masuk ke saluran pengumpul terus ke kantung air seni dan kemudian dikeluarkan melalui lubang pelepasan.

3) Kulit

Pada beberapa jenis ikan, permukaan kulit dapat dijadikan tempat pengeliminir sisa metabolisme. Pada ikan yang masih stadia larva dan organ tubuhnya belum terbentuk, maka ekskresi nitrogen berlangsung melalui kulit.

d. Mekanisme ekskresi

1) Ekskresi ammonia dan ekskresi urea

peran utama insang dalam ekskresi ammonia dan urea dibuktikan dengan percobaan Smith *dalam* Wood (1993) *dalam* Affandi (2003) yang di cobakan pada ikan air tawar carp (*cyprinus carpio*) dan goldfish (*C.auratus*). Smith menggunakan 2 (dua) tekhnik yang berbeda untuk memisahkan peran antara insang dan ginjal :

- **Cara I**

  Suatu karet pemisah digunakan untuk memisahkan kepala dan insang pada ikan dalam kontak pembagi, dengan demikian maka hasil ekskresi branchial akan berada pada ruang depan sedangkan urinary, intestinal serta hasil ekskresi kulit akan berada pada ruang bagian posperios (belakang) jadi terpisah.

- **Cara II**

  Kandung kemih di kateter untuk mengumpulkan ekskresi urine secara terpisah, sementara itu branchial, intestinal dan aliran cairan kulit diukur bersamaan di dalam air.

- **Hasilnya**

  Dari dua cara tersebut bisa dikatakan sama, baik secara kombinasi atau sendiri-sendiri menunjukkan bahwa hanya jalur branchial dan renal saja yang penting dan bahwa insang diketahui berperan terhadap paling sedikit 85% dari Jamm (ammonia efflux/aliran ammonia) dari seluruh tubuh. Hal ini sama hasilnya dengan percobaan pada jenis ikan yang berbeda.

  Walaupun dengan banyak hal yang diabaikan. Kesimpulan sementara Smith, ekskresi didominasi oleh insang. Akan tetapi kecenderungan terlihat nyata bahwa persentase ekskresi ammonia lebih besar melalui ginjal untuk ikan-ikan laut dibandingkan dengan ikan air

tawar. Jika kecenderungan ini benar maka akan sangat mengejutkan, dimana aliran urine lebih rendah terjadi pada ikan air laut.

Jika ikan laut lain (flatfish) *Limanda limanda* dengan memisahkan sebagian besar bagian permukaan kulit pada ruang terpisah, dipisahkan dari bagian insang, anus dan pengeluaran urine, didapatkan bahwa 48% Jamm (aliran ammonia) dari kedua bagian itu dan seluruh ekskresi N melalui kulit ini. Pada dua binatang amphibi (mudskipper) yang hidup pada air laut (campuran) diketahui 19% JAmm dari seluruh tubuhnya. Ikan air tawar Lamprey (*Entasphenus tridentatus*), pada kulit dihitung ± 8 % JAmm. Disimpulkan bahwa kulit pada ikan laut berperan lebih besar dalam ekskresi Nitrogen dibandingkan ikan air tawar, sedangkan ginjal pada ikan air tawar berperan lebih besar dibandingkan ikan laut.

2) Mekanisme Ekskresi Amonia di Bagian Insang

Pada mekanisme ekskresi ammonia di branchial ada dua hal pokok yang perlu diperhatikan :

- Pentingnya pengasaman (Asidifikasi) lapisan pembatas insang oleh ekskresi CO_2 (termasuk proses transpor H^+) seperti pada mekanisme difusi NH_3 dalam bentuk NH_4 dengan demikian akan menunjang PNH_3 gradient untuk penyebaran aliran NH_4. Air yang melewati insang mungkin diasidifikasi sampai diatas pH 1,5 unit, belum ada analisis yang lengkap dalam perhitungan ini.
- Secara sederhana bahwa konstribusi kuntitatif dari berbagai mekanisme tersebut mungkin tergantung pada berbagai macam tingkat asam dan basa ikan, kandungan ammonia pada darah dan kondisi umum lingkungnnya.

Ada 4 mekanisme extrusi ammonia, sebagai suatu kesimpulan dari penjelasan diatas adalah:

a) Diffusi NH_3 berhubungan dengan gradien PNH_3 dari darah ke air.
b) Elektrontral H^+/NH_4^+yang berpindah lokasi dari membran apical pada sel-sel epithelial branchial.
c) Elektronetral H^+/NH_4^+pada lokasi yang sama saling bertukar.
d) Diffusi NH_4^+ berhubungan dengan gradien elektrokimia dari darah ke air.

Poin 1 dan 2 bisa berlaku untuk keadaan yang normal, dan mekanisme 4 hanya untuk ikan teleostei pada air laut dimana permeabilitas kation lebih tinggi bila dibandingkan pada air tawar.

3) Mekanisme ekskresi urea

Rasio Urea-N/Ammonia-N dalam urine cenderung lebih besar dari pada ekskresi dari eksternal meskipun demikian insang dibandingkan ginjal masih merupakan jalur utama dari Jurea pada hampir seluruh ikan. Perbedaannya tidak sejelas ammonia, masalahnya pada L.*Limanda* dapat disimpulkan bahwa kulit menghasilkan 50% atau lebih Jurea dari seluruh tubuh, perlu usaha yang lebih baik untuk memisahkan Jurea pada branchial, renal dan kulit.

Pada jenis elasmobranchi baik air tawar maupun air laut, ekskresi urea pada eksternal meskipun bentuk terakhirnya berkafasitas hanya sedikit untuk penyerapan kembali urea dalam saluran renal. Ekternal Jurea umumnya dianggap terjadi melalui insang. Elasmobranchi (laut) ureaosmotik, menyerap urea dengan kuat pada ginjal bila berada pada 100% air laut, tetapi elevated renal clearance menjadi jalur utama untuk mengumpulkan kelebihan urea selama penyesuaiannya pada salinitas rendah. Perbandingan antara urine dan plasma menunjukkan bahwa urea diserap kembali oleh ginjal.



Gambar 49. Ekskresi ikan air tawar dan ekskresi ikan air laut

e. Faktor-faktor yang mempengaruhi ekskresi nitrogen

Ekskresi nitrogen dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah faktor internal dan eksternal. Faktor internal terdiri dari ukuran ikan, kondisi ikan dan jenis ikan, sedangkan faktor eksternal diantaranya adalah kandungan dan jenis protein dalam makanan, suhu air, salinitas dan pH air. Disamping itu padat tebar, penanganan terhadap stress juga dapat mempengaruhi ekskresi nitrogen.

(1) *Ukuran ikan.*

Ukuran ikan mempengaruhi kadar ekskresi nitrogen, menurut Gerking *dalam* Brett dan Groves (1969) mendemonstrasikan adanya hubungan keterkaitan berat ikan dengan ekskresi nitrogen secara endogen (mendekati $W^{0,54}$), artinya bahwa laju metabolisme menurun dengan bertambahnya berat ikan. Nilai berat eksponensial yang lebih tinggi dilaporkan untuk ikan carp yang dipuasakan, nilainya adalah $W^{0,9.}$

(2) *Kondisi ikan.*

Beberapa data mengenai prosentase ammonia dari ekskresi nitrogen yang diambil dari beberapa sumber pustaka. Salah satunya dapat dilihat mengenai fluktuasi jumlah ekskresi ammonia relatif yang dikehendaki. Sejak pengukuran banyak dilakukan, data memperlihatkan bahwa pada ikan yang dipusakan ekskresi nitrogennya tidak berhubungan dengan sumber dari ekskresi nitrogen tersebut. Brett dan Zala *dalam* Hepher (1990) mengukur ekskresi nitrogen pada sockeye salmon (O. Nerka),

dan menemukan bahwa adanya ekskresi nitogen secara endogen. Pada ikan salmon yang dipuasakan tersebut setelah 15 jam atau lebih dari pemberian pakan yang terakhir, mempunyai rasio kesetabilan ammonia sekitar 79%, sedangkan sisanya yang utama adalah urea.

Ekskresi urea harian meningkat dengan lamanya waktu sejak terakhir ikan diberi makan, dan juga dengan jumlah protein yang dicerna, tetapi tidak ada respon segera dari ekskresi urea terhadap pemberian pakan. Sebaliknya, setelah pemberian pakan dengan segera ekskresi ammonia meningkat dengan tajam. Pada percobaan Brett dan Zall's dalam Hepher (1990) memperlihatkan bahwa kadar ammonia mencapai puncak setelah 4-4,5 jam setelah pemberian pakan, dan pada saat itu laju ekskresinya 4 kali dari laju ekskresi yang normal, serta tidak ada perubahan ekskresi urea selama waktu tersebut.

Ini berarti bahwa urea merupakan produk metabolisme dari metabolisme protein secara endogen, semantara itu produk akhir dari metabolisme dari makanan dalam bentuk protein adalah ammonia. Dengan meningkatnya suhu pada aklimasi ikan, jumlah total nitrogen yang diekskresikan oleh ikan yang dipuasakan meningkat. Walaupun demikian ini merupakan suatu catatan yang penting bahwa proporsi urea pada nitrogen meningkat pada saat perubahan ammonia lainnya sedikit.

(3) *Pakan.*

Fraksi protein pakan biasanya dicerna dan diserap dengan sangan efisien, tetapi jika jumlah asam ammino diserap berlebihan dari yang dibutuhkan maka asam ammino tersebut akan dideaminasi dan kerangka karbon digunakan untuk sintesis simpanan produk, hasil dari kelompok ammino di ekskresi. Hal tersebut biasanya disebut sebagai eksogenous fraksi ekskresi nitrogen sebab sisa nitrogen timbul secara

langsung dari deminasi penyerapan asam amino pakan. Komponen eksogenous ekskresi nitrogen akan dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti laju pemberian pakan (feeding rate), kandungan protein pakan dan komposisi asam ammino pakan pada level asam amino essensial dan nonessensial.

Jika ikan diberi pakan dengan protein sebanyak-banyaknya, protein akan terus diekskresikan menjadi beberapa produk nitrogen dan keadaan ini muncul sebagai hasil katabolisme jaringan protein tubuh. Dengan demikian ekskresi nitrogen endogeneus didefinisikan sebagai ekskresi produk-produk nitrogen hasil dari transdeaminasi dan deaminasi asam amino yang muncul sebagai hasil pembongkaran jaringan protein. Sebab mayoritas asam ammino dilepas sebagai hasil perombakan protein digunakan kembali untuk sintesis (biasanya lebih 90%). Laju ekskresi nitrogen endogeneus umumnya cukup rendah. Dalam praktek, sering sulit ditemukan ikan menerima protein (nitrogen) pada bebas diet, jadi ekskresi nitrogen endogeneus sering diestimasi sebagai laju ekskresi ikan yang telah hilang dari pakan untuk beberapa hari.

Pemasukkan pakan akan membawa peningkatan dalam laju ekskresi nitrogen, dengan puncak ekskresi beberapa jam setelah konsumsi sempurna pakan. Sebagian besar peningkatan ekskresi nitrogen akan ditandai kenaikan dalam ekskresi ammonia atau ammonium, dengan laju produksi urea dan ekskresi yang dipengaruhi sedikit oleh ingesti pakan. Pada puncaknya, laju ekskresi nitrogen dari pemberian pakan dapat berlipat lebih tinggi dari pada ikan yang tidak diberi pakan.

3. **Tugas**

Mengeksplorasi/Eksperimen 10

Judul : Sistem ekskresi

Tujuan : Setelah menyelesaikan lembar kerja ini peserta didik mampu menganalisis proses pertumbuhan biota air .

Alat dan bahan :

1. Modul
2. Buku
3. Internet
4. Pakan
5. Akuarium/bak
6. Aerator
7. Lab/tissue
8. Sampel Biota air (ikan, krustacea, kerang, rumput laut)
9. Timbangan digital
10. Penggaris
11. Kamera
12. Alat tulis menulis

Langkah kerja :

1. Diskusikan bersama teman kelompok tentang sistem pencernaan dan metabolisme berbagai biota air untuk mendapatkan pemahaman yang sama !
2. Tentukan sampel biota air yang akan diamati !
3. Lakukan pengumpulan sampel berbagai biota air (ikan, kekerangan, krustasea) disekitar lingkungan sekolah anda !
4. Lakukan persiapan wadah dan media pemeliharaan sampel biota air yang akan diamati !
5. Masukkan sampel yang telah ditimbang berat dan diukur panjangnya ($W0$ dan $L0$) ke dalam masing-masing wadah pemeliharaan !
6. Selama pemeliharaan sampel tersebut diberi pakan sesuai dosis yang ditetapkan (contoh: pakan ikan diberikan 3% dari total berat sampel ikan dan diberikan 3 kali sehari) !
7. Lakukan penyiponan dan pergantian air bila terjadi penumpukkan bahan organik dan penurunan kualitas air !
8. Lakukan pencatatan jumlah sampel yang mati pada masing-masing wadah pemeliharaan !

9. Lakukan pengukuran semua sampel (Wt dan Lt) setelah 7 hari pemeliharaan !

10. Lakukan pencatatan hasil pengukuran dan dimasukkan ke dalam rumus berikut :

1. $$SR = \frac{Nt}{No} \times 100\%$$

SR : Survival Rate (Derajat kelangsungan hidup)

No : Jumlah sampel pada awal pengamatan

Nt : Jumlah sampel pada akhir pengamatan

t : Lama waktu pengamatan

2. $$SGR = \frac{Ln\ Wt - Ln\ Wo}{t} \times 100\%$$

SGR : Spesifik Growth Rate

Wt : Berat rata-rata sampel pada akhir pengamatan

W0 : Berat rata-rata sampel pada awal pengamatan

atau

3. $$\alpha = \left\{ \sqrt[T]{\frac{Wt}{Wo}}\ (7) \right\} 1 \quad \times 100\%$$

α : Laju pertumbuhan bobot rata-rata harian

Wt : Berat rata-rata sampel pada akhir pengamatan

W0 : Berat rata-rata sampel pada awal pengamatan

11. Gambarlah/dokumentasikan seluruh tahapan pengamatan !

12. Lakukan analisis terhadap proses pertumbuhan biota air !

13. Buatlah laporan hasil pengamatan pertumbuhan biota air !

Mengasosiasikan/ Mengolah Informasi

Kesimpulan hasil eksplorasi **:**

1. Konsep ekskresi biota air :

   ……………………………………………………………………………………………………
   ……………………………………………………………………………………………………
   …………
2. Pengelompokkan hewan berdasarkan ekskresi jenis nitrogen :

   ……………………………………………………………………………………………………
   ……………………………………………………………………………………………………
   …………
3. Organ-organ yang berperan dalam ekskresi nitrogen :

   ……………………………………………………………………………………………………
   ……………………………………………………………………………………………………
   …………
4. Mekanisme ekskresi biota air **:**

   ……………………………………………………………………………………………………
   ……………………………………………………………………………………………………
   ……………

Guru Mata Pelajaran Kelompok ….

(……………………………………) (……………………………………..)

Mengkomunikasikan

Presentasikan hasil kerja kelompok Anda di depan teman-teman. Apakah ada tanggapan / masukan / sanggahan dari hasil kerja kelompok Anda.



4. Tes Formatif

1) Pengeluaran bahan-bahan sisa buangan dari dalam jaringan tubuh keluar tubuh disebut juga ….
   a. Ekskresi.
   b. Pencernaan.
   c. Osmoregulasi.
   d. Reproduksi.

2) Produk sisa yang utama hasil ekskresi adalah…
   a. Urea, bahan organik dan lender.
   b. Oksigen, ammonia dan urea.
   c. karbondioksida, air dan komponen nitrogen.
   d. Air, feses dan komponen nitrogen.

3) Dalam aplikasi akuakulur, ekskresi nitrogen dapat digunakan untuk mengetahui …
   a. Perubahan lingkungan dan respon tubuh terhadap perubahan.
   b. Proses adaptasi dan pertumbuhan relatif ikan yang dipelihara.
   c. mutu pakan dan efisien jenis nutrisi penyusun pakan yang diberikan.
   d. junlah N, CO_2 dan H_2O yang dibuang ke luar tubuh ikan.

4) Bentuk utama dan terbanyak di buang keluar tubuh organisme air dari komponen nitrogen adalah ...
   a. Ammonia.
   b. Urea.
   c. asam amino.
   d. Creatine.

5) Pengelompokan hewan berdasarkan jenis senyawa nitrogen yang ekskresikan *kecuali* ...
   a. Hewan ureotelic.
   b. Hewan ammonotelik.
   c. Hewan herbivore.
   d. Hewan urecotelik.

6) Yang dimaksud dengan Hewan ammonotelik adalah…
   a. hewan yang mengluarkan bahan buangan nitrogen yang dalam bentuk urea.
   b. hewan yang mengekskresikan bahan buangan Nitrogen yang utama berupa ammonia.
   c. hewan yang mengeluarkan bahan buangan nitrogen yang terbesar berupa asam uric.
   d. hewan yang mengekskresikan komponen nitrogen yang utama membentuk guanine.

7) Jenis hewan mengeluarkan bahan buangan nitrogen dalam bentuk urea adalah….
   a. Ikan elasmobranchi.
   b. Ikan teleostei.
   c. Krustacea.
   d. Molluska.

8) Organ tubuh yang berperan dalam proses pengeliminir sisa metabolisme pada hewan akuatik adalah…
   a. Empedu, insang dan sisik.
   b. Gonad, sirip dan lender.
   c. insang, ginjal dan kulit.
   d. Usus, mulut dan anus.

9) Fungsi sel *chlor* adalah ….

a. Mengatur kerja hormon terutama hormon pencernaan
b. Mengeliminir ammonia dan garam mineral yang berlebih.
c. Mengubah sisa metabolisme menjadi buangan urea.
d. Filtrasi (penyaringan) beberapa bahan buangan sisa metabolisme

10) Sistem ekskresi ikan air laut berbeda dari ikan air tawar. Perbedaan tersebut antara lain ….

a. Hidup pada lingkungan hipotonik, air cenderung bergerak masuk ke dalam tubuh.
b. Hidup pada lingkungan hipertonik, sehingga air cenderung bergerak meninggalkan tubuh.
c. Fungsi utama ginjal untuk membuang kelebihan air yang memasuki tubuh melalui insang.
d. Urin ikan sangat banyak tetapi konsentrasi elektrolitnya sangat rendah.

Kegiatan Belajar 8. Sistem Syaraf

1. **Tujuan Pembelajaran**

   Setelah mempelajari materi ini peserta didik dapat :

   a. Memahami fungsi otak biota air.
   b. Menjelaskan konsep proyeksi input indra.
   c. Menjelaskan fungsi-fungsi cerebrum dan cerebelum dan organ lainnya dalam sistem saraf.

2. **Uraian Materi**

   Dalam kontek evolusi, otak vertebrata tergolong organ yang kaku. Otak berubah sangat sedikit. Tidak berubahnya otak mungkin mencegah atau meminimakan sejumlah perubahnan evolusi yang berkaitan pada tengkorak, otak-otak rahang pada insang, dengan demikian mencegah perubahan seluruh kepala.

   Otak terletak pada bagian yang lebih tinggi daripada cyclostome. Empat bagian penting yaitu cerebrum (otak besar), cerebellum (otak kecil), bagian penglihatan, dan medulla. Otak mempunyai saraf otak sebagai organ perasa dan bagian lain pada anterior dari tubuhnya. Saluran saraf merupakan pusat dari tulang belakang dan melalui saraf arches dari vertebrata.

   Pada ikan terdapat terdapat dua kelompok kerja sistem saraf, yakni sistem saraf pusat dan sistem saraf otonom. Kedua sistem saraf tersebut pada dasarnya tidak bisa bekerja secara terpisah, tetapi saling melengkapi. Sistem saraf pusat berupa jaringan saraf yang menjalin seluruh tubuh berakar dalam otak maupun sum-sum tulang belakang. Otak memiliki tiga fungsi utama yaitu:

   - menerima input dan menginterpretasikan informasi dari semua organ-organ sensor, baik intenal maupun eksternal,

- menghasilkan output berupa perintah untuk koordinasi semua bagian badan sebagai impuls saraf atau hormon.
- integrasi antara kedua aspek fungsi otak.

Sedangkan sistem saraf otonom berupa susunan saraf otonom terdiri atas saraf simpatis dan parasimpatis. Saraf otonom mengontrol fungsi vegetatif badan, antara lain:

- mengatur kegiatan jantung dan pembuluh darah,
- mengatur kerja urat daging licin, dan
- mengatur kerja kelenjar-kelenjar. Sifat kedua saraf tersebut dikenal sebagai sifat yang berlawanan. Saraf simpatis aktif bila tubuh memerlukan energi dan saraf parasimpatis aktif pada tubuh organisme sedang istirahat.

Sebaliknya otak bukan sama sekali tidak tanggap terhadap perubahan-perubahan bentuk dan fungsi anggota-anggota pada tubuh ikan lainnya. Pada ikan dengan mata besar, sebagai contoh, tambahan *receptor* (alat penerima rangsang) pada mata memerlukan tambahan lokasi pada otak untuk menerima tambahan informasi. Demikianlah, lobus optik ikan bermata besar mungkin 20-30% lebih besar dari pada lobus optic ikan bermata kecil. Ikan dengan receptor listrik (*electroreceptor*) pada system garut sisi (*lateral line*) mungkin memiliki beberapa benjolan atau tonjolan–rendah-panjang pada satu sisi medulla tempat masuk syaraf gurrat sisi (bagian saraf cranial X). Pengkhususan atau penitik beratan fungsi otak dengan demikian bisa di kenali secara anatomi pada beberapa ikan sebagai perubahan yang relatif kecil dalam hal bentuk dan ukuran.

Mengamati

1) Bentuklah kelompok peserta didik dalam jumlah 4 – 5 orang
2) Lakukan kegiatan mencari informasi dari buku atau bahan ajar, internet, video dan lain-lain sehingga anda bisa memahami sistem syaraf biota air.
3) Adapun informasi yang harus anda cari adalah ***:***
   a. Fungsi otak biota air
   b. Konsep proyeksi input indra
   c. Fungsi-fungsi cerebrum dan cerebelum dan organ lainnya dalam sistem saraf

Setelah anda mendapatkan informasi, lakukan diskusi antar kelompok dengan cara setiap kelompok bertukar informasi atau bertanya tentang sistem syaraf biota air !



Menanya

1) Bandingkan informasi yang anda peroleh dengan informasi kelompok lain, dapat dimulai dengan proses pertanyaan sebagai berikut :
   a. Apa fungsi otak biota air
   b. Bagaimana konsep proyeksi input indra
   c. Apa fungsi cerebrum dan cerebelum dan organ lainnya dalam sistem saraf biota air
2) Adakah perbedaan informasi dari yang anda peroleh ? Jika ada, sebutkan !
3) Tuliskan kesimpulan anda tentang sistem syaraf biota air dan diserahkan pada guru !

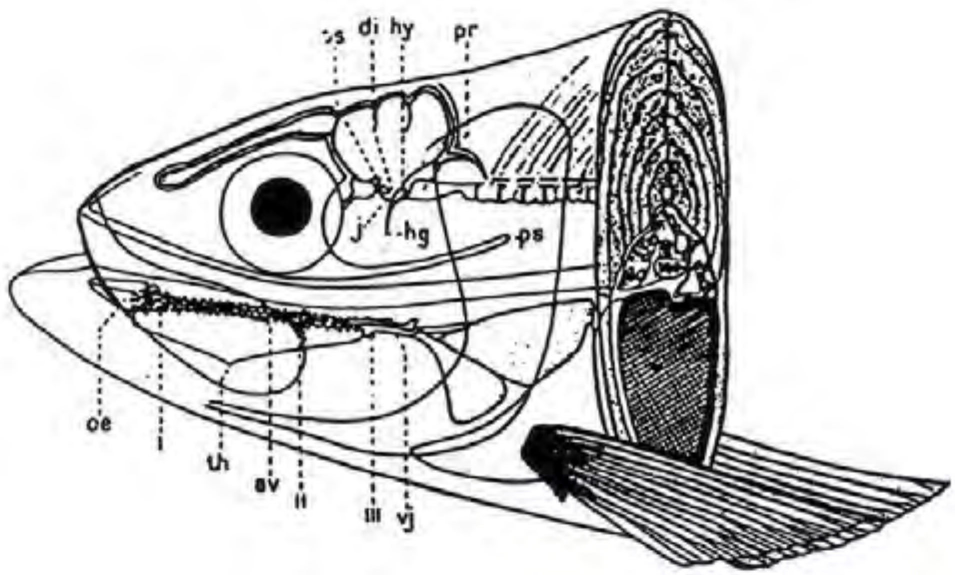
a. Fungsi Otak

Otak menjalankan tiga fungsi utama, yaitu: 1) bagian input otak menerima dan menafsirkan informasi dari semua alat indra, internal maupun ekternal, 2) bagian output, otak mengirim peringatan terkoordinir ke semua bagian tubuh, dapat sebagai sinpul saraf atau hormone. Sebagian besar perintah melibatkan aktifitas (perangsangan), namun beberapa perintah menghasilkan kondosi non-aktivitas (yakni penghambatan). 3) perpaduan (*integration)* antara kedua aspek fungsi otak tersebut. Kisaran perpaduan dari reflek sederhana sampai hampir otomatis seperti reflek yang mengatur laju jantung dan pernafasan, sampai aktifitas belajar yang komplek. Ketiga aspek fungsi otak ini bervariasi paling besar diantara vertebrata, bervariasi minimal pada protokordata dan hagfish dan berfariasi maksimal pada mamalia dan manusia. Ikan bertulang sejati mungkin agak ketengah kisaran kemampuan integrasi ini.

Susunan khas otak teleostei mirip seperti pada vertebrata serupa lainnya mencakup ikan cucut pada sisi yang lebih prinitif dan kadang pada sisi yang lebih modern. Lobus-lobus khas otak ikan disajikan pada gambar yang menggunakan ikan salmon sebagai contoh. Otak pada dasarnya merupakan suatu struktur tabung dengan pengembangan dan penebalan sepanjang suatu struktur tabung dengan pembengkakan dan penebalan sepanjang sumbu panjang yang menghasilkan lobus-lobus.

Dilihat dari atas, pembengkakan-pembengkakan ini meliputi belahan-belahan cerebral (berbatasan dengan lobus *olfaktori* secara *anterior* pada salmon), lobus optik dan sebuah cerebellum. Dilihat dari samping, tangkai otak yang ada dibawa terlihat sebagai diencethalons yang ada di bawah lobus optik dan medulla yang berpangkal dibawah cerebelum dan berbatasan secara posterior dengan bagian atas spinalcord (tali saraf). Bentuk otak yang mirip tabung pada ikan sangat prinitif (*hagfirsh, lamprey*) dan rongganya yang besar banyak menghilang pada ikan teleostei. Mereka

hanya memponyai sebuah saluran kecil tak teratur yang berhubungan melalui tangkai otak dengan rongga-rongga relatif kecil di sisi dalam ini setiap lobus otak. Kecenderungan untuk memiliki lebih banyak jaringan otak di dalam lobus dan lebih sedikit rongga dan berlanjut ke semua vertebrata tingkat tinggi tetapi susunan dasar lobus berubah relatif sedikit.



Gambar 50. Bagian-bagian otak ikan

b. Konsep proyeksi input indra

Informasi paling lengkap mengenai proyeksi indra berasal dari penelitian pada mamalia sebab selama pembedahan otak mudah untuk merangsang otak selama secara langsung sementara pasien menjelaskan perasaannya. Pengembangan konsep ini melibatkan penyusunan di dalam otak lobus-lobus ujung saraf dari semua indra. Karena semua inpuls saraf pada dasarnya sama kecuali frekuensinya maka satu-satunya cara bagi otak untuk mengetahui apakah inpuls berhubungan dengan penglihatan atau pendengaran atau rasa adalah dengan mengetahui sambungan saraf di dalam otak sehingga mengetahui jenis sensor yang memproduksi inpuls saraf tersebut. Lebih lanjut, agar bisa menafsirkan suatu bayangan

penglihatan dengan cara yang lebih baik dari pada semata-mata mengetahui ada tidaknya cahaya, maka otak harus menyusun lokasi ujung-ujung sarafnya sesuai dengan indranya.

Penyajian (proyeksi) lokasi indra-indra eksternal di dalam otak menjelaskan hal-hal seperti fenomena kematangan kapsul. Potongan saraf di ujung kaki yang terpotong yang berbatasan dengan kaki kayu sering terangsang dan menghasilkan rasa dingin atau gatal. Karena saluran saraf kaki di bagian otak masih memberikan proyeksi dari kaki yang di potong. Maka otak salah menerjemahkan lokasi gatal, sehingga menimbukan perasaan bahwa kaki yang sekarang tak ada merasa gatal, bukannya merasa rangsangan di kaki kayu.

Konsep proyeksi indra bisa di terapkan dengan jelas pada ikan maupun manusia sekali pun kemampuan ikan untuk mengungkapkan perasaannya kepada kita sangat terbatas. Gagasan bahwa ukuran lobus otak terhubung dengan jumlah input indranya (telah di bahasa di atas) di landasi asumsi adanya proyeksi indra. Pengukuran aktifitas listrik di dalam lobus otak khusus juga di sesuaikan dengan rangsangan organ indra yang bersangkutan. Penglihatan, pendengaran dan penciuman tampaknya merupakan perasaan-perasaan yang paling mudah di identifikasi sebagai aktifitas listrik di dalam lobus otak. Enger (1957) merekam aktifitas listrik (electronenceplaogram atau EEG) dari berbagai lobus otak ikan cod.

Pada ikan yang beristirahat di malam hari, belahan cereberal menghasilkan gelombang otak yang lambat (alfa) pada frekuensi kurang dari 7 herd, sedang lobus optik dan lobus akustik menghasilkan sinyal listrik dari 8-13 Hz. Aktifitas cereberal tidak di pengaruhi oleh rangsangan cahaya atau suara teta[pi aktifitas listrik dalam lobus-lobus indra yang bersesaian meningkat menjadi 14-32 Hz. Akifitas listrik dalam lobus optok setelah di rangsang kilat cahaya naik menjadi 40 Hz. Dalam lobus akustik pada sisi

medulla, aktifitas listrik menghasilkan rangsangan akkustik sampai sekitar 100.

Amplitudo aktifitas listrik di dalam lobus alfaktori juga bersesuaian dengan rangsangan epiteli hidung. Hal ini telah di ketahui dengan baik sebagai respon air-murah pada salmon pasifik. Jadi tiga macam perasaan utama telah memiliki tempat tersendiri di dalam lobus-lobus khusus otak ikan. Respon multi di daerah akustik medulla terhadap rangsangan nada murni dengan berbagai frekuensi dan tekanan pada ikan hern. Garis atas setiap masangan penyatakan sinyal hidrophone : rekaman yang di bawah adalah respon dalam medulla. Frekuensi suara (dalam siklus per detik) dan tekanan di tunjukkan pada sisi kiri dan kanan, berturuut-turut, untuk setiap rekaman.

c. Fungsi-fungsi cerebrum dan cerebelum

Belahan cerebrum (otak depan) vertebrata tingkat tinggi merupakan lokasi belajar,dan tampaknya masuk akal untuk meluaskan generasi ini pada ikan. Situasi belajar ini adalah agar ikan berenang melewati sebuah lubang di dalam sekat yang menyengat tangkai dalam beberapa detik setelah sebuah lampu dinyalakan atau setelah ikan tersebut diberi kejutan listrik. Ikan dengan otak utuh belajar melepaskan diri dari kejutan listrik dengan berenang melewati lubang pada 90-100% percobaan setelah ikan tersebut mencoba melewatinya 5-10 kali. Ikan kontrol yang lobus olfaktorinya (ujung anterior otak) disingkirkan mulai belajar hanya setelah diberikan perlakuan percobaan sebanyak 40-80 kali dan pernah mencapai hasil seperti yang dicapai ikan kontrol. Beberapa ikan tidak perna belajar menghindarai kejuan listrik. Ikan yang telah belajar menghindari kejutan listrik kemudian otak depannya disingkirkan kehilangan respon belajarnya dan belajar kembali dengan sangat lambat.

Cerebelum vertebrata tingkat tinggi berfungsi mengkordinasi otot dan *propriception* (identifikasi lokasi dan tegangan otot). Cerebelum ikan tampaknya memiliki fungsi dengan kisaran lebih luas. Ikan tanpa otak depan, bagian-bagian otak lain berusaha menyesuaikan dan melakukan proses belajar. Menurut mereka, cerebelum adalah bagian otak yang paling mungkin sebagai lokasi belajar karena ikan yang tidak memiliki cerebelum belajar lebih lamban dan lebih sukar belajar dari pada ikan tanpa otak depan. Ikan tanpa cerebelum juga menghadapi masalah keseimbangan selama satu atau dua hari setelah pembedahan. Jadi cerebelum pada ikan mengendalikan beberapa kegiatan pentingn proses belajar maupun koordinasi otot.

Pemberian rangsang listrik kepada cerebelum bias memberikan informasi mengenai perana cerebelum dalam pengendalian atau koordinasi otot. Memberikan rangsangan listrik kepada cerebelum ikan mas koki, sunfish dan lele kemudian mengamati perubahan renang. Ikan berespon terhadap rangsangan yang diterima oleh sebagian besar daerah cerebelumnya dengan menjauh dari sisi yang di rangsang-miasal ikan yang dirangsang pada sisi kanan cerebelumnya akan berbelok ke kiri. Kadang-kadang mereka berbelok ke sisi yang sama dan kadang-kadang mereka berenang berputar.ikan juga cenderung membalikkan pola beloknya setelah rangsangan di hentikan. Para peneliti jga menemukan beberapa pusat lokasi gerakan-gerakan khusus di dalam cerebelum. Jelas bahwa cerebelum ikan menjalankan fungsi seperti fungsi koordinasi otot pada mamalia, namun juga melakukan funsi-fungsi lain seperti belajar.

d. Pusat-pusat fungsional lain di dalam otak

Vertebrata tingkat tinggi mempunyai beberapa gerombolan sel otak yang disebut center (pusat), masing-masing mengendalikan dan mengkoordinasi suatu fungsi khusus. Pusat- pusat ini telah dipelajari dengan baik pada mamalia dan manusia, namun baru sedikit pada ikan. Jadi

pengendalian osmoregulasi tampaknya berpusat dibagian medula dan cerebelum. Hammel *et al* 1969 *dalam* Affandi, 2003 menemukan bahwa mereka bisa mengendalikan kesukaan terhadap suhu yang ditunjukan oleh ikan artic sculpin (*myxocephalus*) dengan mengubah suhu bagian arterior cereblum. Pusat-pusat lainnya juga telah diketahui lokasinya diantaranya, pusat respirasi yang mungkin ada dalam medula.

Tubuh mengetahui perubahan lingkungan karena dilengkapi alat penerima rangsang (indra), baik fisik maupun kimia, yaitu mata, linea lateral, telinga dalam, indera pembau, dan pengecap. Perubahan tingkah laku akibat perubahan lingkungan yang direkam alat indera ikan diketahui, karena dapat digunakan dalam peningkatan teknologi penangkapan dan budidaya ikan.

Telinga hanya terdiri dari membran-membran labirin. Terdapat tiga saluran semi sirkular dan saccuus berisi beton yang terbuat dari kalsium karbonat yang disebut telinga batu atau otholits. Telinga merupakan organ untuk mendengar dan kesetimbangan.

Mata terdapat di tempat yang berbeda di several ways dari tubuh vertebrata. Ikan tulang keras tidak memiliki kelopak mata, pelindung mata hanya berupa selaput mata yang menjaga dari air. Kornea pada ikan tipis dan sama dengan nilai refraktif pada air. Akibatnya lensa mata menjadi lebih bulat. Retina pada ikan tidak jauh beerbeda dengan retina pada vertebrata pada umumnya. Retina memiliki struktur tipis dan berlapis serta transparan. Sel kerucut (kon) dipakai pada aktivitas malam hari, sedangkan sel batang (rod) digunakan dalam aktivitas melihat pada siang hari. Kon juga bertanggungjawab dalam membedakan warna seperti biru, hijau dan merah karena mengandung pigmen yang peka terhadap cahaya matahari (Fujaya, 2004).

Organ indera lain yang juga sangat penting adalah pembau dan pengecap. Kedua organ ini merupakan reseptor kimia. Sinyal kimia (allomon dan feromon) digunakan sebagai alat komunikasi yang selanjutnya mempengaruhi pola tingkah laku dan reproduksi ikan. Bahan-bahan kimia penting lainnya yang mempengaruhi nafsu makan pada ikan antara lain: asam amino dan nukleotida .

Sistem sensori pada ikan berupa sel-sel reseptor perifer dan gabungan neuron di otak yang memberi gambaran lingkungan secara biologis. Barisan elemen reseptor berupa sel tunggal, missal taktil korpuskel, atau kompleks retina mata. Sebagian besar ikan, organ olfaktori (pencium) berupa sepasang lubang bergaris dengan lipatan berupa epitel sensori. Organ olfaktori pada Dipnoi serupa dengan vertebrata tinggi mempunyai saluran nasal yang terbuka yaitu choanae masuk ke dalam farink, saluran nasal ini terbuka pada bagian internal maupun eksternalnya dilapisi epitel olfaktori berupa lipatan epitel yang berlekuk-lekuk (Sukiya, 2005).

Beberapa ikan mempunyai mata spesifik dari hasil adaptasi. Banyak mata yang dikenal, satu contoh ikan yang sangat terkenal di Amerika Selatan "four-eyed fish" (Anablep). Habitat ikan ini pada air tenang, saat mengapung di permukaan menggunakan separuh mata atas, saat melihat ke udara dank ke dalam air terkadang lensa matanya tampak terbagi dua, setiap bagian tersebut jaraknya dengan retina tidak sama. Ikan bermata empat yang lain adalah blennie Galapagos (*Dialommus fuscus*), peloncat batu yang gesit sangat cepat sekali keluar dari air. Tidak seperti Anableb, mata blenny tidak tampak terbagi di bagian dalam tetapi lebih ke arah kornea.

e. Sistem saraf otonomi

Sistem saraf otonomi merupakan salah satu bagian sistem saraf ikan yang kurang diketahui. Masih ada beberapa pertanyaan penting mengenai otonominya atau bahkan mengenai keberadaannya untuk beberapa organ,

sehingga menyulitkan pembahasan fungsi sistem ini. Pada manusia, sistem saraf otonomi terdiri dari dua bagian simpatik (berhubungan dengan saraf punggung dada (*thoraciv spinal*) dan saraf punggung pinggang (lubang spinal) dan parasimpatik (dari saraf punggung tengkorak (*crahial spinal*) dan *sacral spinal nerve*. Sistem saraf simpatik menghasilkan katekolamin (bersifat adrenergis) pada ujung sarafnya, sedangkan saraf parasimpatik menghasilkan astilkolamin (bersifat kolinergis). Pada ikan bertulang sejati, system saraf otonomi tidak memiliki pembagian anatomidan fungsional yang jelas seperti ini, namun ada saraf-saraf adrenergis maupun kolinergis. Campbell, seorang diantara sedikit ahli yang secara konsisten meneliti saraf otonomi, mengenai komponen-komponen sistem otonomi ikan yang meliputi komponen-komponen cranial, spinal atas dan spinal tengah.

Bagian yang paling anterior system otonomi pada ikan terdiri dari serabut-serabut penggerak (motor fiber) yang berasal dari saraf cranial okulomotorb (III) yang mensekresi asteikolamin (Ach) dan menyebabkan penyempitan iris mata. Bagian paling besar dan paling dikenal system otonomi teleostei berasal dari beberapa cabang visceral (organ dalam tubuh). Organ-organ yang mungkin dirangsang olehnya meliputi insang (penyempitan pembuluh darah), mungkin juga lambung, jantung (sarah adrenergis mempercepat jantung, saraf kolinergis melambatkannya) dan gelembung renang (pengaturan aliran darah dan membran masing-masing pada satu atau beberapa lokasi). Bagian spinal system otonomi yang lebih tinggi mengatur lambung dan usus (ujung-ujung kolinergis meningkatkan gerak peristalsis, saraf adrenergis melambatkan atau menghentikannya) dan salaruan urogenital. Bagian spinal tengah mengendalikan kromatofora kulit sampai derajat khas. Pada kebanyakan bintang, kromatofora berespon pada daerah yang luas, tetapi terutama pada ikan sebelah sistem otonomi mengendalikan mereka didalam daerah-daerah yang cukup sempit untuk memungkinkan ikan sebelah menyamakan dirinya dengan tekstur dan

warna latar belakang (misal, pasir atau kerikil kecil vs, kerikil besar). Jadi sistem otonomi pada ikan di ketahui mengendalikan ikan banyak fungsi tubuh yang bersifat vegetatif (fungsi lambat, rutin dan otomatis).

Sejumalah fungsi lainnya diduga bekerja di bawah kendali sistem otonomi, tetapi pengendalian seperti ini belum di buktikan pada ikan. Fungsi-fungsi ini mencakup kontraksi kandung empedu dan kandung kemih, perangsangan sekresi usus dan pancreas dan kontraksi limfa. Sistem otonomi pada ikan cucut dan pari mirip seperti pada ikan bertulang sejati, kecuali bahwa pada elasmobranchii sistem otonomi juga berhubungan dengan saraf-saraf cranial tambahan.

3. **Tugas**

Mengeksplorasi/Eksperimen 11

Judul : Sistem Saraf Biota Air

Tujuan : Setelah menyelesaikan lembar kerja ini peserta didik mampu memahami respon biota air terhadap variabel suhu

Alat dan bahan :

1. Modul
2. Buku
3. Internet
4. Sampel hewan uji (ikan, krustacea, kerang)
5. Aerator
6. Es batu
7. Heather/air panas
8. Timbangan digital
9. Thermometer
10. Stopwatch
11. Akuarium/wadah pemeliharaan
12. Aerasi
13. Alat tulis menulis

Langkah kerja :

1. Diskusikan bersama teman kelompok tentang sistem saraf pada berbagai biota air untuk mendapatkan pemahaman yang sama !
2. Lakukan penyiapan 8 buah wadah perlakuan !
3. Lakukan persiapan es batu dan air panas untuk masing-masing perlakuan !
4. Lakukan penimbangan bobot awal hewan uji !
5. Lakukan pemasangan thermometer dan pengisian wadah perlakuan sebanyak 10 liter dengan berbagai tingkat suhu yang berbeda yakni kontrol (suhu awal), suhu panas (30^{o}C, 35^{o}C, 40^{o}C), suhu dingin (20^{o}C, 10^{o}C, 5^{o}C) dan gradual (dari 27-30-33-36-39-42 ^{o}C setiap 10 menit) ! Upayakan suhu media selalu stabil sesuai perlakuan.
6. Berikan aerasi pada masing-masing wadah perlakuan dan masukkan 5 – 10 ekor hewan uji pada masing-masing wadah perlakuan !
7. Lakukan pengamatan tingkah laku hewan uji tiap 10, 30, 60 dan seterusnya ! selanjutnya catatlah jumlah hewan yang mati selama pengamatan !
8. Lakukan penimbangan bobot akhir hewan uji tiap akuarium !

9. Lakukan analisis terhadap hasil pengamatan respon biota air pada variabel salinitas terutama tentang ;
   - Lama bertahan hewan uji pada media perlakuan suhu yang berbeda
   - Tingkah laku hewan uji selama percobaan
   - Survival rate hewan uji selama perlakuan
   - suhu yang mematikan (Lethal)
   - Hubungan sistem saraf dengan respon biota air pada variabel suhu
10. Buatlah laporan hasil pengamatan respon sistem saraf biota air pada variabel suhu !

Mengasosiasikan/ Mengolah Informasi

Kesimpulan hasil eksplorasi **:**

1. Fungsi otak biota air :

   ……

2. Konsep proyeksi input indra :

   ……

3. Fungsi-fungsi cerebrum dan cerebelum dan organ lainnya dalam sistem saraf :

   ………

Guru Mata Pelajaran Kelompok ….

(…………………………………….) (……………………………………….)

Mengkomunikasikan

Presentasikan hasil kerja kelompok Anda di depan teman-teman. Apakah ada tanggapan / masukan / sanggahan dari hasil kerja kelompok Anda.



4. Tes Formatif

1) Semua inpuls saraf pada dasarnya sama kecuali frekuensinya maka satu-satunya cara bagi otak untuk mengetahui apakah inpuls berhubungan dengan penglihatan atau pendengaran atau rasa adalah
   a. Mengetahui sambungan saraf di dalam otak
   b. Memberikan informasi pada hormon tertentu
   c. Mengirim reflek balik pada indra sasaran
   d. Menafsirkan hasil informasi yang diperoleh

2) Fungsi utama otak ***kecuali*** …
   a. Menerima dan menafsirkan informasi dari semua alat indra, internal maupun ekternal
   b. Mengirim peringatan terkoordinir ke semua bagian tubuh, dapat sebagai sinpul saraf atau hormone
   c. Perpaduan dari reflek sederhana sampai hampir otomatis seperti reflek pengaturan laju jantung dan pernafasan
   d. Mengatur sel sasarannya selalu melalui peredaran darah sehingga dapat tersebar keseluruh tubuh

3) Salah satu kemampuan ikan untuk merespon perubahan/gangguan lingkungan adalah …
   a. Meloncat ke permukaan air
   b. Nafsu makan yang tinggi
   c. Tingkah laku berenang ikan
   d. Selalu berenang vertikal

4) Tingkah laku atau respon ikan yang diberi perlakuan suhu dingin adalah
   a. Menambrakkan dirinya di dinding akuarium
   b. Menggosok-gosokkan tubuhnya pada wadah pemeliharaan
   c. Berenang dipermukaan air dengan posisi terbalik
   d. Banyak berdiam diri di dasar akuarium

5) Respon yang paling mudah di identifikasi sebagai aktifitas listrik di dalam lobus otak ikan adalah ...
    a. Penglihatan, pendengaran dan penciuman
    b. Perubahan suhu, salinitas dan pH
    c. Seleksi pasangan, Pemijahan dan ovulasi,
    d. Pencernaan, metabolisme dan ekskresi

Kegiatan Belajar 9. Sistem hormon

1. Tujuan Pembelajaran

Setelah mempelajari materi ini, peserta didik dapat :

a. Memahami pengaruh hormon terhadap petumbuhan baik yang langsung maupun tidak langsung,
b. Mengklasifikasi dan menggolongkan hormon.
c. Memahami mekanisme kerja hormon.
d. Memahami efek difisiensi dan kelebihan hormon.

2. Uraian Materi

Hormon adalah zat organik yang di produksi oleh sel-sel khusus dalam badan. Dirembeskan kedalam peredaran darah, dengan jumlah sangat kecil yang dapat merangsang sel-sel tertentu untuk berfungsi. Zat yang dihasilkan oleh kelenjer endokrin disebut hormon, yang berasal dari kata hormao, yang mempunyai sifat-sifat atau ke khususannya. Kekhususannya yang dikaitkan dengan hormon misalnya efektifitas yang tinggi meskipun hanya di beri dalam jumlah yang sangat sedikit, hormon haruslah di hasilkan oleh sel hidup dan juga sehat. Hormon di hasilkan oleh kelenjer endokrin dan setelah di sekresikan langsung masuk kedalam pembuluh darah.

Dalam membahas hormon-hormon ini, sebagian besar mengacuh pada hormon mamalia dan sebagian kecil perkembangan penelitian hormon pada ikan. Dengan anggapan tidaklah jauh berbeda diantaranya keduanya.

Mengamati

1) Bentuklah kelompok peserta didik dalam jumlah 4 – 5 orang
2) Lakukan kegiatan mencari informasi dari buku atau bahan ajar, internet, video dan lain-lain sehingga anda bisa memahami sistem hormon biota air.
3) Adapun informasi yang harus anda cari adalah :
   a. Pengaruh hormon terhadap petumbuhan baik yang langsung maupun tidak langsung,
   b. Klasifikasi dan menggolongkan hormon
   c. Mekanisme kerja hormon
   d. Efek difisiensi dan kelebihan hormon

Setelah anda mendapatkan informasi, lakukan diskusi antar kelompok dengan cara setiap kelompok bertukar informasi atau bertanya tentang sistem hormon biota air !

Menanya

1) Bandingkan informasi yang anda peroleh dengan informasi kelompok lain, dapat dimulai dengan proses pertanyaan sebagai berikut :
   a. Bagaimana pengaruh hormon terhadap petumbuhan baik yang langsung maupun tidak langsung,
   b. Bagaimana mengklasifikasikan dan menggolongkan hormon
   c. Bagaimana mekanisme kerja hormon
   d. Bagaimana efek difisiensi dan kelebihan hormon
2) Adakah perbedaan informasi dari yang anda peroleh ? Jika ada, sebutkan !
3) Tuliskan kesimpulan anda sistem hormon biota air dan diserahkan pada guru !

a. Klasifikasi Hormon

Hormon dapat di golongkan berdasarkan :

1) Struktur Kimianya.

Berdasarkan struktur kimianya, maka hormon dapat dibagi dalam lima golongan yaitu ;

- Hormon protein: yaitu hormon yang disusun oleh puluhan sampai ratusan asam amino. Contoh hormon yang termasuk kategori ini adalah Growth Hormon (GH) yang merupakan hormon protein terbesar yaitu mengandung 191 asam amino.
- Hormon Peptida : yaitu hormon yang disusun oleh beberapa asam amino menjadi peptida, misalnya Thyrotropic Releasing Faktor (TRF) dalam bentuk tripeptida, vasopressin dan oxytocin dalam bentuk octapeptida. Contoh lain adalah vasotosin, isotosin.
- Hormon Asam Amino : yaitu hormon yang berasal dari asam amino yang mengalami modifikasi. Misalnya, modifikasi dari asam amino tyrosin membentuk hormon epinephrine dan norepinephrine. Hasil yodinisasi dan kondesosi dari dua molekul asam amino tyrosin menghasilkan hormon tiroxsine (T4). Modifikasi dari asam amino tryptophan dapat menghasilkan hormon serotonin dan melatonin.
- Hormon steroid : yaitu hormon yang di hasilkan dari metabolisme dan proses konversi dari kolestrol yang mengandung 27 buah atom karbon. Hormon steroid larut dalam lemak dan di hasilkan oleh kelenjer adrenal, testes, ovarium dan plasenta. Misalnya estrogen, progesterone, androgen dan cortrocoid.
- Hormon asam lemak : yaitu hormon yang merupaka biosintesis dari dua asam lemak yaitu asam lemak arachidonic dan di-homo-gamma linolenat menghasilkan hormon prostaglandin yang merupakan satu-satunya hormon yang masuk kategori ini.

2) berdasarkan fungsionalnya.

Jika dilihat dari fungsinya, maka hormon di golongkan ke dalam lima golongan yaitu :

- hormon metabolisme : yaitu hormon yang berfungsi dalam proses metabolisme dan pertumbuhan. Misalnya growth hormon (GH) dan tiroxsin yang berperan dalam metabolisme, di samping perannya dalam pertumbuhan. Hormon lain yang tergolong dalam kelompok hormon ini adalah : prolaktin, androgen, estrogen, progesterone, glucagons dan insulin.
- hormon pengatur metabolisme air dan mineral : yaitu hormon yang kebanyakkan di hasilkan oleh parathyroid. Hormon ini dalam mengatur homeyostasis mineral terutama calsium dan fosfor. Peningkatan produksi hormon parathyroid mengakibatkan meningkatnya calsium di dalam serum dan meningkatnya eksresi fosfor melalui air seni. Selain itu di kenal juga hormon Aldosteron yang dihasilkan oleh kelenjer adrenal, hormon ini berperan dalam pengaturan metabolisme natrium dan kalium. Vasopressin, vasotossin untuk konservasi air dengan cara mengurangi eksresi air seni. Calcitonin yang di hasilkan oleh kelenjer thyroid yang berperan untuk mengatur metabolisme calcium dan fosfol.
- hormon perkembangan : yaitu hormon yang berperan di dalam perkembangan dan pertumbuhan serta biologi reproduksi baik ketika individu masih dalam kandungan maupun setelah diluar kandungan sampai dewasa. Contoh hormon yang tergolong kategori ini adalah hormon-hormon yang di hasilkan oleh kelenjer gonad, misalnya estrogen, progestoerone, relaxin dan androgen.
- hormon pengatur sistem kardiovaskuler : yaitu hormon yang berfungsi sebagai pengatur sistem kardiovaskuler, misalnya hormon epinephrine yang dihasilkan oleh bagian medulla dari kelenjer adrenal. Pada jantung yang mempunyai betalreseptor epinephrine

akan mengakibatkan peningkatan konduksi dan kontraksi dari jantung. Pada arteriol yang mempunyai beta apinephrine akan menyebabkan vasoditasi, sedanngkan arterio yang mempunyai reseptor alpha epinephryne akan menyebabkan vasokontriksi.

- hormon trofik : yaitu hormon yang merangsang kelenjer endokrin agar kelenjer endrokrin tersebut menghasilkan hormon juga. Hipofisa, misalnya hormon-hormon yang dikategorikan sebagai hormon trofik. Hormon tersebut adalah perangsang kelenjer tyroid (TSH), perangsang folikel (FSH), hormon penguning (LH) yang mengatur produksi progesterone pada betina dan testosteron pada jantan. Selain itu juga dikategorikan dalam hormon trofik. Hormon HCG berfungsi sama dengan LH.

b. Mekanisme Kerja

1) Teori Reseptor

Mekanisme kerja hormon dijelaskan berdasarkan Teori reseptor dimana hormon dalam menuju sasarannya selalu melalui peredaran darah. Karena itu dalam sirkulasi darah dapat tersebar keseluruh tubuh. Karena itu pula semua sel yang dilalui peredaran darah dapat berhubungan dengan hormon tersebut, tetapi hanya sel-sel sasaran saja menunjukkan respon. Hal ini disebabkan oleh adanya reseptor yang ada pada dinding sel atau didalam sel sasaran. Reseptor ini secara hiptetil terdiri atas beberapa rangkaian molekul protein yang bersifat sangat khusus, artinya protein reseptor ini hanya mengenal satu macam hormon saja dan menimbulkan suatu atau beberapa macam reaksi khas dari sel-sel sasaran.

Reseptor hormon protein adalah membran sel. Agar hormon protein dapat mengerjakan misinya dan memberikan efek yang di inginkan maka salah satu sifat yang harus di penuhi adalah dengan keutuhan dari membran sel yang merupakan target sel dari harmon yang

bersangkutan. Meskinpun sel dan organelnya dalam keadaan utuh, namun bila membran selnya mengalami kerusakan, maka efek hormon yang spesifik yang seharusnya di timbulkan tidak akan terlihat dan tidak akan terjadi.

Berbeda dengan hormon protein, hormon steroid akan berinteraksi dengan reseptor yang berada dalam sel. Hormon yang terikat akan di transfer ke dalam inti sel. Didalam sel ini hormon steroid akan melakukan modifikasi terhadap sintesis protein. Dengan demikian akan terjadilah perubahan terhadap struktur enzim maupun aktifitasnya sehingga akan terjadi pula perubahan-perubahan fisiolgis yang dikehendaki hormon yang bersangkutan. Reseptor bagi berbagai hormon terletak pada beberapa tempat di jaringan tubuh (tabel 113).

Tabel 11. Distribusi reseptor GH

Reseptor GH*	Reseptor PRL	Reseptor Hormoin Steroid**
Hati	Hati	Uterus
Jaringan Adipose	Pankreas	Hipofisi
Lympocyles	Ginjal	
Thymocytes	Adrenal	Gonad
Ovairy	Ovari	Hati
Carpus luteum	Testis	Sel Limphocytes
	Pankreas	Sel Limphocytes-
	Limphocytes	Ginjal
-	Hipothalamus	-
-	Plasenta	-

Keterangan : * baulieu dan kelly (1985)
** Djojosoebagio (1990)

c. Mekanisme kerja hormon protein

Seperti dikatakan sebelumnya bahwa reseptor hormon protein berada di membran sel, salah satu sebabnya sehingga hormon protein tidak dapat masuk kedalam sel, karena konfigurasinya yang sedemikian rupa sehingga berat molekulnya begitu tinggi. Interaksi hormon dengan reseptro akan meningkatkan permeabelitas dari membran plasma sehingga meningkatkan laju difusi dari ion-ion atau zat-zat lain yang mempunyai konfigurasi yang sedemikian rupa sehingga berat molekulnya sangat kecil. Kejadian selanjutnya berlangsung di dalam situs plasma akibat adanya interaksi hormon reseptor, terlebih dahulu di dahului oleh suatu proses yang terjadi masih di dalam membran plasma yaitu dengan modulasi enzim adenylat siklase. Pada saraf berikutnya modulasi dari enzim ini akan merangsang sintesis cyclic adinosine 3',5' –monophosphate (CAMP). Selanjutnya masuk ke inti sel (DNA_mRNA) menembus inti (membran inti) menuju retikulum endoplasma untuk sintesis protein yang selanjutnya dilepaskan keluar membran plasma menuju sel target. GH adalah salah satu hormon protein yang berperan dalam merangsang pertumbuhan suatu makhluk hidup. Mekanisme kerja GH bisa langsung dan bisa secara tidak langsung. Secara langsung GH menstimulir hati untuk mensekresikan insulin-like growth faktor-I (IGF-I =somatomedins) yang dapat menstimulir condrocytes sehingga menyebabkan pertumbuhan tulang. Secara tidak langsung GH dapat berperan sebagai anti insulin effect yang dapat menyebabkan lipolisi dan metabolisme karbonhidrat.

3. **Tugas**

Mengeksplorasi/Eksperimen 12

Judul : Sistem Hormon Biota Air

Tujuan : Setelah menyelesaikan lembar kerja ini peserta didik mampu memahami pengaruh hormon hipofisa terhadap perangsangan ovulasi ikan

Alat dan bahan :

1. Modul
2. Buku
3. Internet
4. Induk ikan resipien
5. Ikan donor
6. Dissecting set (alat bedah)
7. Tissue grinder (pengerus)
8. Spuit injection
9. Cawan petri
10. Tissue
11. Sentrifugal
12. Golok/pisau
13. Akuabidest
14. Timbangan
15. Akuarium/wadah pemijahan
16. Aerasi
17. Alat tulis menulis

Langkah kerja :

1. Diskusikan bersama teman kelompok tentang sistem hormon pada berbagai biota air untuk mendapatkan pemahaman yang sama !
2. Lakukan penyiapan wadah pemijahan !
3. Lakukan seleksi dan penimbangan bobot induk ikan resipien !
4. Lakukan penentuan dan penimbangan bobot ikan donor !Perbandingan ikan resipien dan ikan donor 1 : 2 dalam bobot
5. Lakukan pengambilan kelenjar hipofisa ikan donor dengan tahapan sebagai berikut :
   - Peminsangan ikan donor dengan menusuk bagian otak ikan
   - Pemotongan bagian kepala ikan hingga terpisah dari tubuhnya
   - Pemotongan vertikal kepala ikan bagian otak hingga terlihat otak ikan
   - Pengangkatan otak ikan dan pembersihan lemak pada bagian otak ikan hingga terlihat kelenjar hipofisa berwarna putih bulat kecil

- Pengangkatan kelenjar hipofisa dengan hati-hati agar tidak rusak dan dibersihkan dari lemak dan darah menggunakan aquabidest pada cawan petri

6. Lakukan pembuatan ekstrak hormon hipofisa dengan tahapan sebagai berikut :
   - Kelenjar hipofisa yang telah bersih dimasukkan ke dalam gelas pengerus (tissue grinder) dan di gerus sampai hancur
   - Tambahkan aquabidest sebanyak 1 – 2 cc dan larutkan bersama kelenjar hipofisa
   - Pindahkan larutan hipofisa ke dalam tabung setrifugal menggunakan spuit
   - Pemusingan (sentrifugal) larutan ± 2 menit hingga larutan tercampur sempurna
   - Diamkan larutan selama ± 2 menit hingga nampak terpisah larutan jernih dan keruh
   - Larutan diambil dari tabung setrifugal menggunakan spuit injection dan siap disuntikkan ke dalam tubuh ikan
7. Lakukan pemasukkan/penyuntikan hormon hipofisa ke dalam tubuh induk ikan resipien pada bagian punggung ikan ! (ikan resipien dapat betina saja atau jantan dan betina)
8. Lakukan penyatuan induk ikan resipien betina dan induk jantan ! Pemijahan terjadi secara alami.
9. Lakukan pengamatan sistem hormon ikan terutama tentang ;
   - Tingkah laku ikan dalam proses pemijahan
   - Lama Proses pemijahan ikan
   - Proses ovulasi ikan
   - Hasil pemijahan (kondisi dan jumlah telur yang keluar)
   - Hubungan sistem hormon dengan proses ovulasi ikan
10. Buatlah laporan hasil pengamatan pengaruh hormon terhadap proses reproduksi biota air !

Mengasosiasikan/ Mengolah Informasi

Kesimpulan hasil eksplorasi **:**

1. Pengaruh hormon terhadap petumbuhan baik yang langsung maupun tidak langsung :

   ……

2. Klasifikasi dan menggolongkan hormon :

   ……

3. Mekanisme kerja hormon :

   ……

   Efek difisiensi dan kelebihan hormon ……

Guru Mata Pelajaran | Kelompok ….

(……………………………………) | (………………………………………)

Mengkomunikasikan

Presentasikan hasil kerja kelompok Anda di depan teman-teman. Apakah ada tanggapan / masukan / sanggahan dari hasil kerja kelompok Anda.



4. Refleksi

Petunjuk :

a. Tuliskan nama anda dan materi dari kompetensi dasar yang telah anda selesaikan pada lembar tersendiri !

b. Tuliskan jawaban pada pertanyaan pada lembar refleksi !

c. Kumpulkan hasil refleksi pada guru anda !

LEMBAR REFLEKSI

1) Bagaimana kesan anda setelah mengikuti pembelajaran ini?

....
....
....

2) Apakah anda telah menguasai materi pembelajaran ini? Jika ada materi yang belum dikuasai tulis materi apa saja.

....
....
....

3) Manfaat apa yang anda peroleh setelah menyelesaikan pelajaran ini?

....
....
....
....
....

4) Apa yang akan anda lakukan setelah menyelesaikan pelajaran ini?

....
....
....

5) Tuliskan secara ringkas apa yang telah anda pelajari pada kegiatan pembelajaran ini!

....
....
....
....

5. Tes Formatif

1) Zat organik yang di produksi oleh sel-sel khusus dalam badan dan dirembeskan kedalam peredaran darah, dengan jumlah sangat kecil yang dapat merangsang sel-sel tertentu untuk berfungsi disebut juga ….
   a. Darah.
   b. Hormon.
   c. Enzim.
   d. Lendir.

2) Berdasarkan struktur kimianya, maka hormon dapat dibagi dalam lima golongan yakni
   a. Hormon protein, Hormon Peptida, Hormon Asam Amino, hormon metabolisme dan hormon trofik.
   b. Hormon protein, Hormon Peptida, hormon pengatur, Hormon steroid dan Hormon asam lemak.
   c. hormon metabolisme, hormon pengatur, hormon perkembangan, hormon pengatur sistem kardiovaskuler dan hormon trofik.
   d. Hormon protein, Hormon Peptida, Hormon Asam Amino, Hormon steroid dan Hormon asam lemak.

3) Hormon yang berperan dalam metabolisme, dan pertumbuhan adalah …
   a. growth hormon (GH) dan tiroxsin .
   b. androgen dan estrogen.
   c. relaxin dan androgen.
   d. kelenjer tyroid (TSH) dan hormon penguning (LH).

4) Yang termasuk hormon trofik yaitu…..
   a. Ovaprim.
   b. Serotonin.
   c. Hipofisa.
   d. Melatonin.

5) Hormon dalam menuju sasarannya selalu melalui peredaran darah sehingga dapat tersebar keseluruh tubuh dan semua sel yang dilalui peredaran darah dapat berhubungan dengan hormon tersebut, tetapi hanya sel-sel sasaran saja menunjukkan respon. Uraian tersebut merupakan alur proses ...
   a. Sistem reproduksi.
   b. Mekanisme kerja hormon.
   c. Respon organisme akuatik.
   d. Pencernaan biota air.

6) Kelenjar hipofisa ikan terletak pada …
   a. jaringan gonad ikan.
   b. Saluran pencernaan.
   c. Sistem respirasi.
   d. Di bawah otak ikan.

7) Jenis pengencer yang digunakan untuk mengencerkan hormon pada proses penyuntikan ikan antara lain dibawah ini adalah….
   a. Air gula.
   b. Air payau.
   c. Air hujan.
   d. Aqua bidest.

8) ikan yang akan di ambil kelenjar hipofisanya di sebut …
   a. Ikan donor.
   b. Ikan resipien.
   c. Induk ikan.
   d. Calon induk.

9) Yang <u>bukan</u> termasuk hormon perkembangan adalah ...

a. Estrogen.

b. Progesterone.

c. Androgen.

d. Endrokrin.

10) Mekanisme kerja GH (growth hormon) secara langsung yakni … .

a. Memodifikasi dari asam amino tyrosin membentuk hormon epinephrine dan norepinephrine. Hasil yodinisasi dan kondesosi dari dua molekul asam amino tyrosin menghasilkan hormon tiroxsine (T4).

b. Menstimulir hati untuk mensekresikan insulin-like growth faktor-I (IGF-I = somatomedins) yang dapat menstimulir condrocytes sehingga menyebabkan pertumbuhan tulang.

c. Mengatur homeyostasis mineral terutama calsium dan fosfor. Peningkatan produksi hormon parathyroid mengakibatkan meningkatnya calsium di dalam serum dan meningkatnya eksresi fosfor melalui air seni.

d. Meningkatkan permeabelitas dari membran plasma sehingga meningkatkan laju difusi dari ion-ion atau zat-zat lain yang mempunyai konfigurasi yang sedemikian rupa sehingga berat molekulnya sangat kecil.

C. Penilaian

1. Sikap

<table>
<tr><th rowspan="2">Indikator</th><th colspan="3">Penilaian</th></tr>
<tr><th>Teknik</th><th>Bentuk Instrumen</th><th>Butir Soal/Instrumen</th></tr>
<tr><td>Sikap
2.1 Nilai Sikap
• Menampilkan perilaku rasa ingin tahu dalam melakukan observasi
• Menampilkan perilaku obyektif dalam kegiatan observasi
• Menampilkan perilaku jujur dalam melaksanakan kegiatan observasi</td><td>Non Tes</td><td>Lembar Observasi Penilaian sikap</td><td>1.Rubrik Penilaian Sikap
<table>
<tr><th rowspan="2">No</th><th rowspan="2">Aspek</th><th colspan="4">Penilaian</th></tr>
<tr><th>4</th><th>3</th><th>2</th><th>1</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Menanya</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Mengamati</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>Menalar</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>4</td><td>Mengolah data</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>5</td><td>Menyimpulkan</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>6</td><td>Menyajikan</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
Kriteria Terlampir</td></tr>
<tr><td>2.2 Nilai Diskusi
• Mengompromikan hasil observasi kelompok
• Menampilkan hasil kerja kelompok
• Melaporkan hasil diskusi kelompok</td><td>Non Tes</td><td>Lembar Observasi Penilaian sikap</td><td>2.Rubrik Penilaian Diskusi
<table>
<tr><th rowspan="2">No</th><th rowspan="2">Aspek</th><th colspan="4">Penilaian</th></tr>
<tr><th>4</th><th>3</th><th>2</th><th>1</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Terlibat penuh</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Bertanya</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>Menjawab</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>4</td><td>Memberikan gagasan orisinil</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>5</td><td>Kerja sama</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>6</td><td>Tertib</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table></td></tr>
</table>

<table>
<tr><th rowspan="2">Indikator</th><th colspan="3">Penilaian</th></tr>
<tr><th>Teknik</th><th>Bentuk Instrumen</th><th>Butir Soal/Instrumen</th></tr>
<tr><td>2.3 Nilai Observasi Menyumbang pendapat tentang sistem fisiologi biota air (ikan, kekerangan, krustasea dan rumput laut)</td><td>Non Tes</td><td>Lembar Observasi Penilaian sikap</td><td>3. Rubrik Penilaian Presentasi
<table>
<tr><th rowspan="2">No</th><th rowspan="2">Aspek</th><th colspan="4">Penilaian</th></tr>
<tr><th>4</th><th>3</th><th>2</th><th>1</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Kejelasan Presentasi</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Pengetahuan :</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>Penampilan :</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

2. Pengetahuan

Indikator	Penilaian		
	Teknik	Bentuk Instrumen	Butir Soal/Instrumen
Pengetahuan Menganalisis sistem fisiologi biota air (ikan, kekerangan, krustasea dan rumput laut)			1. Apa yang dimaksud dengan morfologi dan anatomi biota air ! 2. Jelaskan bagian-bagian tubuh luar biota air dan fungsinya masing-masing ! 3. Jelaskan sistem pencernaan dan metabolism biota air ! 4. Jelaskan proses pematangan akhir gonad biota air ! 5. Jelaskan proses reproduksi biota air ! 6. Jelaskan proses pemijahan, ovulasi dan proses penetasan biota air ! 7. Jelaskan sistem pernapasan pada bioata air!

Indikator	Penilaian		
	Teknik	Bentuk Instrumen	Butir Soal/Instrumen
			8. Bagaimana proses pertukaran gas pada hewan air ! 9. Faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi sistem respirasi bioata air ! 10. Jelaskan sistem peredaran darah biota air ! 11. Jelaskan proses dan respon adaptasi biota air ! 12. Bagaimana kemampuan homeostasi biota air ! 13. Jelaskan konsep ekskresi biota air ! 14. Jelaskan fungsi otak biota air !

3. Keterampilan

<table>
<tr><th rowspan="2">Indikator</th><th colspan="3">Penilaian</th></tr>
<tr><th>Teknik</th><th>Bentuk Instrumen</th><th>Butir Soal/Instrumen</th></tr>
<tr>
<td>Keterampilan
Menganalisis sistem fisiologi biota air (ikan, kekerangan, krustasea dan rumput laut)</td>
<td>Non Tes (Tes Unjuk Kerja)</td>
<td></td>
<td>
1. Rubrik Sikap Ilmiah
<table>
<tr><th rowspan="2">No</th><th rowspan="2">Aspek</th><th colspan="4">Penilaian</th></tr>
<tr><th>4</th><th>3</th><th>2</th><th>1</th></tr>
<tr><td>1</td><td>Menanya</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2</td><td>Mengamati</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>3</td><td>Menalar</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>4</td><td>Mengolah data</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>5</td><td>Menyimpulkan</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>6</td><td>Menyajikan</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
2.Rubrik Penilaian Pemilihan lokasi pembesaran kerang
<table>
<tr><th rowspan="2">Aspek</th><th colspan="4">Penilaiaan</th></tr>
<tr><th>4</th><th>3</th><th>2</th><th>1</th></tr>
<tr><td>Cara mengidentifikasi morfologi biota air</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Cara mengidentifikasi anatomi biota air</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Cara mengidentifikasi ciri Meristik dan ciri Morfometrik biota air</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Cara pengamatan mekanisme pencernaan dan penyerapan</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>
</td>
</tr>
</table>

Indikator	Penilaian						
	Teknik	Bentuk Instrumen	Butir Soal/Instrumen				
			Cara mengidentifkasi proses pematangan akhir gonad biota air				
			Cara mengidentifkasi proses pemijahan, ovulasi dan proses penetasan biota air				
			Cara mengidentifkasi sistem pernapasan pada biota air				
			Cara mengidentifkasi organ-organ apa saja yang berperan dalam sistem peredaran darah biota air				
			Cara mengamati proses dan respon adaptasi biota air				
			Cara mengidentifkasi ekskresi biota air				
			Cara mengamati reaksi hormon pada biota air				

Lampiran Rubrik & Kriteria Penilaian :

a. Rubrik Sikap Ilmiah

No	Aspek	Skor			
		1	2	3	4
1	Menanya				
2	Mengamati				
3	Menalar				
4	Mengolah data				
5	Menyimpulkan				
6	Menyajikan				

Kriteria ;

1) Aspek menanya **:**

Skor 4 Jika pertanyaan yang diajukan **sesuai** dengan permasalahan yang sedang dibahas

Skor 3 Jikapertanyaan yang diajukan **cukup** sesuai dengan permasalahan yang sedang dibahas

Skor 2 Jika pertanyaan yang diajukan **kurang sesuai** dengan permasalahan yang sedang dibahas

Skor 1 Tidak menanya

2) Aspek mengamati :

Skor 4 Terlibat dalam pengamatan dan aktif dalam memberikan pendapat

Skor 3 Terlibat dalam pengamatan

Skor 2 Berusaha terlibat dalam pengamatan

Skor 1 Diam tidak aktif

3) Aspek menalar

Skor 4 Jika nalarnya benar

Skor 3 Jika nalarnya hanya sebagian yang benar

Skor 2 Mencoba bernalar walau masih salah

Skor 1 Diam tidak beralar

4) Aspek mengolah data :

Skor 4 Jika Hasil Pengolahan data benar semua

Skor 3 Jika hasil pengolahan data sebagian besar benar

Skor 2 Jika hasil pengolahan data sebagian kecil benar

Skor 1 Jika hasil pengolahan data salah semua

5) Aspek menyimpulkan **:**

Skor 4 jika kesimpulan yang dibuat seluruhnya benar

Skor 3 jika kesimpulan yang dibuat seluruhnya benar

Skor 2 kesimpulan yang dibuat sebagian kecil benar

Skor 1 Jika kesimpulan yang dibuat seluruhnya salah

6) Aspek menyajikan

Skor 4 jika laporan disajikan secara baik dan dapat menjawabsemua petanyaan dengan benar

Skor 3 Jika laporan disajikan secara baik dan hanya dapat menjawab sebagian pertanyaan

Skor 2 Jika laporan disajikan secara cukup baik dan hanya sebagian kecil pertanyaan yang dapat di jawab

Skor 1 Jika laporan disajikan secara kurang baik dan tidak dapat menjawab pertanyaan

b. Rubrik Penilaian Diskusi

No	Aspek	Penilaian			
		1	2	3	4
1	Terlibat penuh				
2	Bertanya				
3	Menjawab				
4	Memberikan gagasan orisinil				
5	Kerja sama				
6	Tertib				

Kriteria

1) Aspek Terlibat penuh :

Skor 4 Dalam diskusi kelompok terlihat aktif, tanggung jawab, mempunyai pemikiran/ide, berani berpendapat

Skor 3 Dalam diskusi kelompok terlihat aktif, dan berani berpendapat

Skor 2 Dalam diskusi kelompok kadang-kadang berpendapat

Skor 1 Diam sama sekali tidak terlibat

2) Aspek bertanya :

Skor 4 Memberikan pertanyaan dalam kelompok dengan bahasa yang jelas

Skor 3 Memberikan pertanyaan dalam kelompok dengan bahasa yang kurang jelas

Skor 2 Kadang-kadang memberikan pertanyaan

Skor 1 Diam sama sekali tdak bertanya

3) Aspek Menjawab :

Skor 4	Memberikan jawaban dari pertanyaan dalam kelompok dengan bahasa yang jelas
Skor 3	Memberikan jawaban dari pertanyaan dalam kelompok dengan bahasa yang kurang jelas
Skor 2	Kadang-kadang memberikan jawaban dari pertanyaan kelompoknya
Skor 1	Diam tidak pernah menjawab pertanyaan

4) Aspek Memberikan gagasan orisinil :

Skor 4	Memberikan gagasan/ide yang orisinil berdasarkan pemikiran sendiri
Skor 3	Memberikan gagasan/ide yang didapat dari buku bacaan
Skor 2	Kadang-kadang memberikan gagasan/ide
Skor 1	Diam tidak pernah memberikan gagasan

5) Aspek Kerjasama :

Skor 4	Dalam diskusi kelompok terlibat aktif, tanggung jawab dalam tugas, dan membuat teman-temannya nyaman dengan keberadaannya
Skor 3	Dalam diskusi kelompok terlibat aktif tapi kadang-kadang membuat teman-temannya kurang nyaman dengan keberadaannya
Skor 2	Dalam diskusi kelompok kurang terlibat aktif
Skor 1	Diam tidak aktif

6) Aspek Tertib :

Skor 4 Dalam diskusi kelompok aktif, santun, sabar mendengarkan pendapat teman-temannya

Skor 3 Dalam diskusi kelompok tampak aktif,tapi kurang santun

Skor 2 Dalam diskusi kelompok suka menyela pendapat orang lain

Skor 1 Selama terjadi diskusi sibuk sendiri dengan cara berjalan kesana kemari

c. Rubrik Presentasi

No	Aspek	Penilaian			
		1	2	3	4
1	Kejelasan Presentasi				
2	Pengetahuan				
3	Penampilan				

Kriteria

1) Kejelasan presentasi

Skor 4 Sistematika penjelasan logis dengan bahasa dan suara yang sangat jelas

Skor 3 Sistematika penjelasan logis dan bahasa sangat jelas tetapi suara kurang jelas

Skor 2 Sistematika penjelasan tidak logis meskipun menggunakan bahasa dan suara cukup jelas

Skor 1 Sistematika penjelasan tidak logis meskipun menggunakan bahasa dan suara cukup jelas

2) Pengetahuan

Skor 4	Menguasai materi presentasi dan dapat menjawab pertanyaan dengan baik dan kesimpulan mendukung topik yang dibahas
Skor 3	Menguasai materi presentasi dan dapat menjawab pertanyaan dengan baik dan kesimpulan mendukung topik yang dibahas
Skor 2	Penguasaan materi kurang meskipun bisa menjawab seluruh pertanyaan dan kesimpulan tidak berhubungan dengan topik yang dibahas
Skor 1	Materi kurang dikuasai serta tidak bisa menjawab seluruh pertanyaan dan kesimpulan tidak mendukung topik

3) Penampilan

Skor 4	Penampilan menarik, sopan dan rapi, dengan penuh percaya diri serta menggunakan alat bantu
Skor 3	Penampilan cukup menarik, sopan, rapih dan percaya diri menggunakan alat bantu
Skor 2	Penampilan kurang menarik, sopan, rapi tetapi kurang percaya diri serta menggunakan alat bantu
Skor 1	Penampilan kurang menarik, sopan, rapi tetapi tidak percaya diri dan tidak menggunakan alat bantu

d. Penilaian Laporan Observasi

No	Aspek	Skor			
		4	3	2	1
1	Sistematika Laporan	Sistematika laporan mengandung tujuan, masalah, hipotesis, prosedur, hasil pengamatan dan kesimpulan.	Sistematika laporan mengandung tujuan, , masalah, hipotesis prosedur, hasil pengamatan dan kesimpulan	Sistematika laporan mengandung tujuan, masalah, prosedur hasil pengamatan Dan kesimpulan	Sistematika laporan hanya mengandung tujuan, hasil pengamatan dan kesimpulan
2	Data Pengamatan	Data pengamatan ditampilkan dalam bentuk table, grafik dan gambar yang disertai dengan bagian-bagian dari gambar yang lengkap	Data pengamatan ditampilkan dalam bentuk table, gambar yang disertai dengan beberapa bagian-bagian dari gambar	Data pengamatan ditampilkan dalam bentuk table, gambar yang disertai dengan bagian yang tidak lengkap	Data pengamatan ditampilkan dalam bentuk gambar yang tidak disertai dengan bagian-bagian dari gambar

No	Aspek	Skor			
		4	3	2	1
3	Analisis dan kesimpulan	Analisis dan kesimpulan tepat dan relevan dengan data-data hasil pengamatan	Analisis dan kesimpulan dikembangkan berdasarkan data-data hasil pengamatan	Analisis dan kesimpulan dikembangkan berdasarkan data-data hasil pengamatan tetapi tidak relevan	Analisis dan kesimpulan tidak dikembangkan berdasarkan data-data hasil pengamatan
4	Kerapihan Laporan	Laporan ditulis sangat rapih, mudah dibaca dan disertai dengan data kelompok	Laporan ditulis rapih, mudah dibaca dan tidak disertai dengan data kelompok	Laporan ditulis rapih, susah dibaca dan tidak disertai dengan data kelompok	Laporan ditulis tidak rapih, sukar dibaca dan disertai dengan data kelompok

III. PENUTUP

Buku teks siswa ini menjabarkan usaha minimal yang harus dilakukan peserta didik untuk mencapai kompetensi yang diharapkan. Sesuai dengan pendekatan Kurikulum 2013, peserta didik didorong untuk aktif mencari sumber belajar lain yang tersedia di sekitarnya. Peran guru sangat penting untuk meningkatkan dan menyesuaikan daya serap peserta didik dengan ketersediaan kegiatan pada buku teks siswa ini. Peserta didik dapat memperkayanya dengan berinovasi/berkreasi dalam bentuk kegiatan-kegiatan lain yang sesuai dan relevan yang bersumber dari lingkungan.

Buku teks siswa ini masih banyak kekurangan dan terus dilakukan perbaikan dan penyempurnaan. Untuk itu, kami mengharapkan para pembaca memberikan kritik, saran dan masukan untuk perbaikan dan penyempurnaan pada edisi berikutnya. Atas kontribusi tersebut, kami ucapkan terima kasih. Mudah-mudahan kita dapat memberikan yang terbaik bagi kemajuan dunia pendidikan Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

Affandi, R dan Usman M.T. 2002. *Fisiologi Hewan Air*. Unri Press. Riau.

Anggadiredja, J.T. 2007. *Potential and Prospect of Indonesia Seaweed Industry Development*. The Indonesia Agency for the Assessment and Application of Technology – Indonesia Seaweed Society.Jakarta

Aslan M. 1998. *Budidaya RumputLaut*. Yogyakarta: Kanisius. 89 hlm.

Afrianto E, dan Evi L. 1998. *Metode Budidaya Ikan*. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.

Fujaya Y. 2004. *Fisiologi Ikan*. Dasar Pengembangan Teknik Perikanan. Penerbit Rineka Cipta. Jakarta.

Indriani dan Sumiarsih. 1992. *Budidaya, Pengolahan dan Pemasaran Rumput Laut.* Penerbit Penebar Swadaya. Jakarta

Irzal Effendi. 2004. *Pengantar Akuakultur*. Penebar Swadaya. Jakarta.

Ma'ruf F.W. 2002. *Prospek Pengembangan Industri Pengolahan Rumput Laut*. Dalam Forum Rumput LAut. Jakarta 6 Agustuis 2002. Hal 17-32

Nikolsky G.V. 1963. *The Ecology Of Fishes*. Acad Press. New York.

Nontji, A. 1987. *Laut Nusantara*. Penerbit Djambatan. Jakarta 367 hal.

Nybakken, 1988. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologi*. Gramedia. Jakarta. 459 hal

Radiopoetro. 1983. *Zoology*. Cetakan ke-2. Penerbit Erlangga. Jakarta

Rejeki, S. 2001. *Pengantar Budidaya Perairan*. Universitas Diponegooro. Semarang.

Suwignyo. S, Bambang W, Yusli W dan Majariana K. 2005. *Avertebrata Air Jilid 1*. Penerbit Pnebar Swadaya. Jakarta.

Tang, U. M, dan Ridwan A. 2001. *Biologi Reproduksi Ikan*. Unri Press. Riau.

http://perikananindonesia.com/pengelompokan-komoditas-perikanan-budidaya-bagian-1.